



FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y
DISEÑO

45 AÑOS

EFICIENCIA ENERGÉTICA

auc

revista de arquitectura

ISSN No. 1390-3284 LATINDEX

27

JOSÉ MARÍA CABEZA

La Experiencia Japonesa de la Arquitectura Ambiental
The Japanese Experience of Environmental Architecture

GABRIELA ZAPATA

Diseño Integral y Eficiencia Energética: Edificio Federal de San Francisco
Integral Design and Efficiency: San Francisco Federal Building

GERD HAUSER

Eficiencia Energética - La Solución Básica
Energy Efficiency - The Key to Fight Climate Change



DISEÑO DEL PAISAJE

Sigue estudiando con nosotros
homologa materias y obtén
dos titulaciones **en corto tiempo**

Una nueva carrera
diseña tu entorno

Misión La carrera de Diseño del Paisaje tiene como misión la formación completa e integral de profesionales creativos y capaces de resolver, de manera eficiente, los problemas del diseño paisajístico; y de profesionales socialmente responsables, comprometidos y plenamente identificados con el medio en el que se desenvuelven y con su realidad social.

Visión
Convertir a la carrera de Diseño del Paisaje en un referente crítico y analítico de los problemas que presenta la ciudad de Guayaquil y el país en general en el ámbito del paisajismo y del desarrollo de proyectos paisajísticos y urbanos, siendo conscientes de nuestra identidad cultural.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



diseño interior
DISEÑO DE INTERIORES
tenemos un estupendo espacio para tus ideas

informes e inscripciones ►
Av. Carlos Julio Arosemena Km. 1 1/2 PBX: 2200864-2206950 Ext: 1209 / 1202 de 07h00 - 20h00



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



www.ucsg.edu.ec
e-mail facarqdis@ucsg.edu.ec
diseno_interiores@ucsg.edu.ec



FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y
DISEÑO

45 AÑOS

EFICIENCIA ENERGÉTICA

auc

revista de arquitectura

ISSN No. 1390-3284 LATINDEX

CONSEJO EDITORIAL

PRESIDENTA

Arq. Rosa Edith Rada Alprecht

Decana de la Facultad de Arquitectura y Diseño

MIEMBROS DEL CONSEJO EDITORIAL

Arq. Florencio Compte Guerrero

Director de la Carrera de Arquitectura

Arq. Rodolfo Cortés Mosquera

Director de la Carrera de Diseño de Interiores

Arq. María Fernanda Compte Guerrero

Directora de la Carrera de
Gestión Gráfica Publicitaria

IPUR:

Arq. Ivette Arroyo Baquero

Directora del IPUR

EDITORA DE LA REVISTA

Arq. Gabriela Zapata Poveda

COORDINADOR DE LA REVISTA

Arq. Jaime Roca / Isabel Escobar

TRADUCCIÓN AL INGLÉS:

Fernando Chávez

CORRECCIÓN IDIOMÁTICA:

Arq. María Fernanda Compte Guerrero

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

John Pablo Andaluz

Estudiante de la Carrera de
Gestión Gráfica Publicitaria

JUNIO 2010

PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

ISSN No. 1390-3284 LATINDEX

27

INSCRITA EN:

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal - LATINDEX

Impreso en Guayaquil - Ecuador.

Es propiedad de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Se permite la reproducción de artículos citando la fuente.

PBX: 2200864. Casilla 09-01-467

ARQUITECTURA Y URBANISMO NORMAS DE PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS.

- ♦ Los trabajos deberán presentarse escritos con espaciamiento sencillo, en Arial 10, sin dejar espacios adicionales entre párrafos.
- ♦ Los materiales ilustrativos del trabajo (fotos y gráficos) deben ser como mínimo 2 por página, utilizando el formato JPG. Se entregarán en una carpeta aparte. NO INSERTADAS EN EL TEXTO. La ubicación de las fotos en el texto debe indicarse entre paréntesis, por ej.: (foto5). Se deben incluir aparte los pies de fotos correspondientes en arial narrow No. 9, identificándolas con su número.
- ♦ En los artículos se exigen referencias bibliográficas, las que se incluirán al final del trabajo, numeradas, según su orden de aparición en el texto y debidamente referidas en este, de acuerdo con el siguiente modelo.

Artículo: 1. PASTRANA, RAUL; "El umbral, la calle, la esquina", Arquitectura y Urbanismo. Vol. 17, No. 3, pp. 77-84, ISPJAE, La Habana, 1998

Libro: 2. WEISS, JOAQUIN; La Arquitectura colonial urbana, p. 70, Ed. Letras Cubanas, La Habana, 1972

- ♦ Cuando es un documento de Internet deben incluir todos los datos y la fecha.
- ♦ Cuando son notas a pie de página, se insertan en el texto con el comando insertar de Word.
- ♦ Datos de los autores: se entregarán incluyendo el título universitario, grado científico, categoría docente o investigativa, centro de trabajo actual, correo electrónico y una breve nota sobre su labor actual.
- ♦ Aquí se muestra cómo se deben entregar los trabajos, incluyendo tipo de letra del texto y los subtítulos.

ARCHITECTURE AND URBANISM RULES FOR SUBMITTING ARTICLES.

- ♦ Works must be submitted in simple spacing, arial 10, with no extra spaces between paragraphs
- ♦ Illustrative material (photos and graphics) must be at least 2 per page, using JPG format. It has to be in a separate folder. DO NOT include graphics in text. The location of the photos in the text should be indicated in brackets, eg.: (Photo #5). Photos should include footnotes in arial narrow. 9, with its identifying number.
- ♦ Bibliographic references are required, which must be included at the end of the work, numbered according to their order of appearance and appropriately referred in the text, in accordance with the following model.

Article: 1. PASTRANA, RAUL; "El umbral, la calle, la esquina", Arquitectura y Urbanismo. Vol. 17, No. 3, pp. 77-84, ISPJAE, La Habana, 1998

Book: 2. WEISS, JOAQUIN: La Arquitectura colonial urbana, p. 70, Ed. Letras Cubanas, La Habana, 1972

- ♦ Internet documents must include date and source.
- ♦ Footnotes will be inserted with the word is command.
- ♦ Author information: Must include undergraduate degree, scientific degree, teaching or research category, current workplace, e-mail and a brief note of current work.
- ♦ Here is how to deliver the work, including typeface of the text and captions.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Los edificios consumen aproximadamente el 40% del total de la energía producida a nivel mundial (DOE 2008). El alto impacto ambiental, producto de la generación de energía, exige que se reconsidere la forma cómo los edificios interactúan con el medio ambiente. Es urgente replantear el modelo de gestión de recursos energéticos para reducir la creciente dependencia de combustibles de tipo fósil, hidroeléctrico y nuclear ya que todas estas formas impactan negativamente al medio ambiente en diferente medida.

Nuestro país utiliza principalmente la generación hidroeléctrica para satisfacer la demanda nacional. A pesar de ser considerada una forma menos dañina desde el punto de vista ambiental, la Agencia de Protección Medio Ambiental (EPA) advierte que el uso de centrales hidroeléctricas está relacionado a graves perjuicios ambientales como generación de metano, aumento de gases de efecto invernadero, destrucción de hábitats naturales, migración de especies animales, entre otros. Otros tipos de generación energética también producen impactos negativos debido a los procesos de extracción, transportación, refinamiento, distribución y consumo. Por lo tanto, es imperativo garantizar el uso adecuado de los recursos energéticos empleados. La eficiencia energética constituye la quinta fuente de energía renovable debido a su enorme potencial en disminuir considerablemente la demanda mediante la optimización del funcionamiento de los diferentes componentes de los edificios (Brown, 2001).

Ante el contexto actual, es necesario incluir parámetros de eficiencia energética en la planta edificada mediante el uso de estrategias que mejoren el desempeño de las edificaciones. Estas medidas permiten el ahorro significativo de costos operativos por concepto de consumo energético a mediano y largo plazo, reducción del desperdicio de energía por el funcionamiento ineficiente de equipos, problemas de diseño, control, mantenimiento y operación de edificios, verificación de calidad de espacios en edificaciones que fomenten la productividad, salud y confort de los usuarios.

Existe un gran potencial de mejoramiento del desempeño energético en los edificios ubicados en climas cálidos húmedos como Guayaquil. La arquitectura tradicional demuestra claros ejemplos de confort y eficiencia energética mediante el empleo de estrategias bioclimáticas y medidas pasivas de climatización. Empleando consideraciones de diseño integral desde etapas tempranas del proyecto y tomando decisiones adecuadas sobre orientación, configuración y relación de los espacios, materiales de construcción, entre otros, se favorece la creación de espacios cómodos desde el punto de vista climático, y eficientes desde la perspectiva energética. Las condiciones mínimas de habitabilidad, confort térmico y otros aspectos de desempeño relacionado a aspectos humanos y medio ambientales pueden ser logrados con la incorporación de objetivos claros y transparentes de diseño ambiental aplicados a la arquitectura.

La presente edición de la Revista de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil reúne diferentes experiencias y ejemplos en el campo de eficiencia energética en proyectos arquitectónicos cuyo aspecto común constituye la utilización de medidas eficientes de mejoramiento del perfil energético de las edificaciones, como parte del compromiso ambiental y ético al cual están llamados los profesionales en la actualidad.

Arq. Rosa Edith Rada Alprecht
Decana Facultad de Arquitectura y Diseño

45 AÑOS DE CREACIÓN DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA



La formación académica de la arquitectura, se inicia en Guayaquil en 1929, coincidiendo con la crisis cacaotera, cuando se funda la primera escuela de arquitectura que tenía un plan de cinco años de estudio y contaba, en un principio, con un solo profesor, el arquitecto italiano Francisco Maccaferri; más adelante serían incorporados como catedráticos el Ing. Roberto Espíndola, el Ing. José Antonio Gómez Gault, el Ing. Francisco Manrique y el Dr. Cirano Tama Paz.

El 18 de marzo de 1965, hace cuarenta y cinco años, el Consejo de Gobierno de la Pontificia Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, crea la Facultad de Arquitectura con la carrera de arquitectura, que había funcionado desde la fundación de la Universidad en 1962 como Escuela de Arquitectura anexa a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. El primer Decano de esta nueva facultad fue el Arq. Alamiro González Valdebenito.

En 1970, se creó el Instituto de Artes Aplicadas, con la especialidad de Decoración, que se integraría a partir de 1976 a la Facultad de Arquitectura como Escuela de Decoración. En 1996, pasó a denominarse Escuela de Artes Decorativas, hasta 1999 cuando cambió su nombre a Diseño de Interiores y se integraría al año siguiente como carrera constitutiva de la Facultad de Arquitectura y Diseño.

En 1979, la facultad se traslada a su nuevo edificio, diseñado por los arquitectos Gonzalo Robalino y René Bravo, ambos destacados profesores de esta facultad, el cual ha recibido importantes distinciones por su valor arquitectónico y su aporte a la arquitectura del país.

En 1982, durante el decanato del Arq. Roberto Iturralde Mancero, se crea el Banco de Información, con el objetivo de facilitar la investigación a estudiantes y docentes, en la actualidad es una de las más importantes fuentes de consulta de la ciudad en los campos de la arquitectura, el diseño y el urbanismo.

En 1987, en el decanato del Arq. Hernán Baquerizo Ruiz, se crea el Programa de Investigación de la Historia de la Arquitectura, PROHA, con el objetivo de llenar el vacío en el estudio de la historia de la arquitectura y la ciudad e impulsar el rescate del patrimonio edificado, integrando, además, la investigación a la docencia universitaria; con éste, se inicia un importante período de investigación y de aporte en áreas de historia de la arquitectura, además de una participación activa en foros especializados tanto nacionales como internacionales; además de la presentación de una biblioteca especializada de historia de la arquitectura.

En 1989, el Consejo Universitario crea el Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR), como una unidad académica-administrativa de carácter interdisciplinario responsable de la investigación, difusión y enseñanza, capacitación y cooperación técnica en temas relacionados con la planificación urbana, regional y del medio ambiente. El IPUR, desde el año 2002, se encuentra adscrito de forma exclusiva a la Facultad de Arquitectura y Diseño,

En el mes de mayo de 1990, el decano de esa época Arq. Fernando Tapia Egúez, presenta el primer número de la revista de la Facultad de Arquitectura (AUC) que fuera creada con el objetivo de "...difundir las aportaciones académicas de profesores y estudiantes y, presentar para el conocimiento general, las actividades de los organismos de investigación de la Facultad". En la portada del primer número se indicaba: "Este número aspira a ser el primer paso de muchos otros y en ese camino proclama su derecho a desarrollarse con las experiencias que se vayan acumulando. Su nacimiento ha sido posible debido a que la facultad ha alcanzado un nivel en el que se hace necesario la exposición y el debate pluralista de las ideas y realizaciones".

En el año 2000, con las reformas del Estatuto Universitario, se establece la constitución de la Facultad de Arquitectura y Diseño con las carreras de Arquitectura y Diseño de Interiores.

En la actualidad la Facultad de Arquitectura y Diseño, participa activamente con análisis y propuestas sobre la ciudad de Guayaquil mediante foros, mesas redondas, talleres de trabajo y artículos, constituyéndose en un espacio importante de debate y de referencia de la ciudad y su arquitectura.

Además, respondiendo a las demandas de la sociedad, desde el año 2006 ha incorporado la carrera de Gestión Gráfica Publicitaria y desde el 2007 la de Ingeniería en Administración de Proyectos de Construcción.

Las nuevas demandas que la sociedad ecuatoriana plantea y que la profesión de arquitecto está en capacidad de responder, adicionado al proceso permanente de revisión de la carrera y sus perfiles profesionales, como contraparte que desde lo académico la carrera de arquitectura está obligada a adecuarse a las nuevas demandas; sumado a la implementación de un nuevo Modelo Pedagógico Universitario que obliga a entrar en un proceso de reflexión, que servirá de base para dar respuesta a este conjunto de demandas.

TABLA DE CONTENIDOS

TABLE OF CONTENTS

Florencio Manteca

PG08

ARQUITECTURA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE
ARCHITECTURE FOR A MORE SUSTAINABLE FUTURE

Tan Beng Kiang

PG13

RASCACIELOS BIOCLIMÁTICOS - APRENDIENDO DE BAWA
BIOCLIMATIC SKYSCRAPER - LEARNING FROM BAWA

Verónica Reed

PG19

PROYECTO PARTICIPANTE PARA EDIFICIO CAF
CAF CONSTRUCTION PROJECT PARTICIPANT

José María Cabeza

PG23

LA EXPERIENCIA JAPONESA DE LA ARQUITECTURA AMBIENTAL A TRAVÉS DE LOS TRABAJOS DE BRUNO TAUT Y ANTONIN RAYMOND
THE JAPANESE EXPERIENCE OF ENVIRONMENTAL ARCHITECTURE THROUGH THE WORKS OF BRUNO TAUT AND ANTONIN RAYMOND

Gabriela Zapata

PG30

DISEÑO INTEGRAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA: EDIFICIO FEDERAL DE SAN FRANCISCO
INTEGRAL DESIGN AND EFFICIENCY: SAN FRANCISCO FEDERAL BUILDING

Francesc Bonvehí /
Jaime Roca

PG35

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS: VALIDACIÓN DE CONSUMOS CALCULADOS
ENERGY CERTIFICATION OF BUILDINGS: VALIDATION OF CALCULATED CONSUMPTION

Gerd Hauser

PG41

EFICIENCIA ENERGÉTICA - LA SOLUCIÓN BÁSICA
ENERGY EFFICIENCY - THE KEY TO FIGHT CLIMATE CHANGE

PG46

ACTIVIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO E IPUR - INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN URBANA Y REGIONAL
ACTIVITIES OF THE FACULTY OF ARCHITECTURE AND DESIGN AND IPUR - INSTITUTE FOR REGIONAL AND URBAN PLANING

ARQUITECTURA PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE

ARCHITECTURE FOR A MORE SUSTAINABLE FUTURE

ARQ. FLORENCIO MANTECA GONZÁLEZ

RESUMEN

La arquitectura sostenible surge como respuesta a la problemática ambiental actual. Sin embargo, debido a que el concepto "sostenible" se maneja en muchas esferas, su significado real en el ámbito arquitectónico tiende a ser inexacto. Es imprescindible desarrollar nuevos conceptos energéticos basados en la eficiencia energética, el bioclimatismo y la integración de energías renovables en la edificación e incorporar dichas consideraciones en la práctica arquitectónica actual. El edificio sede de CENER (2004) y el Pabellón de España para la Exposición Internacional de Zaragoza (2008) son dos de los proyectos en los cuales ha intervenido CENER en los que, a más de criterios bioclimáticos, se incorporan tres consideraciones fundamentales aplicables al campo de la edificación que contribuyen a un futuro más sostenible: renovación, uso de energía renovable y desarrollo con responsabilidad medioambiental.

ABSTRACT

Sustainable architecture is a response to current environmental issues. However, because the concept "sustainable" is handled in many areas, its real significance in the architectural field tends to be inaccurate. It is imperative to develop new energy concepts based on energy efficiency, bioclimatic and integration of renewable energy in the building and to incorporate such considerations in the current architectural practice. CENER headquarters building (2004) and the Pavilion of Spain to the International Exhibition of Zaragoza (2008) are two of the projects in which he has intervened CENER in which more than bioclimatic criteria, incorporates three key considerations applicable field of the building that contribute to a more sustainable future: renovation, renewable energy and environmentally responsible development.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia energética / energía renovable / responsabilidad medioambiental / desarrollo sostenible

La arquitectura sostenible es sexy. Esto es un hecho indiscutible. El interés mediático es evidente: no hay día que no aparezcan en los medios de comunicación referencias a proyectos respetuosos con el medioambiente, y proliferan las jornadas técnicas y cursos específicos de formación y reciclaje para profesionales. Sin embargo, es preciso matizar algunos de los mensajes casi siempre bien intencionados, pero muchas veces erróneos o inexactos, que desde diferentes canales están llegando a los profesionales y a los usuarios en general.

Uno de esos mensajes es que una manera de reducir los consumos energéticos en la edificación – responsable de más del 40% de la energía primaria que se consume en Europa – es construir edificios de elevada eficiencia energética. Falso. Construir edificios bioclimáticos, implica emitir menos CO₂ que edificar sin aplicar estos criterios, pero nunca se reducirán los índices de CO₂ en la atmósfera construyendo más. Al contrario.

Por supuesto que hay que construir edificios bioclimáticos. Es imprescindible que todos nos planteemos que existe otra forma de ver la arquitectura, otra lectura del "Less is More" de Van der Rohe en términos de recursos, de energía, de agua, de suelo... y que es imprescindible adoptar esta nueva visión en las ciudades.

La aplicación de los criterios de sostenibilidad en la edificación y la aplicación de estrategias de arquitectura bioclimática y ecología urbana es una respuesta adecuada e inaplazable. Estamos de acuerdo. Sin embargo, si el objetivo que nos planteamos es reducir drásticamente el consumo energético – y por tanto las emisiones de gases de efecto invernadero – en las ciudades debido a la edificación, desde el punto de vista técnico sólo hay tres caminos:

Reducir la demanda energética en el parque inmobiliario existente, mediante proyectos integrales de rehabilitación medioambiental de los edificios. En España existían en el año 2006 aproximadamente 23 millones de viviendas, diseñadas y construidas en su mayoría sin ningún criterio de eficiencia energética, y que suponen en la práctica unos gigantes sumideros energéticos en nuestras ciudades. El potencial de ahorro energético en este campo es enorme, y las administraciones deben concentrar todos sus esfuerzos en facilitar la renovación de los cerramientos y sistemas de climatización de los edificios existentes con criterios medioambientales y energéticos.

Integrar a gran escala las Energías Renovables en la edificación y en los entornos urbanos. De forma coherente con la transición que estamos viviendo desde la ciudad post-industrial hacia la ciudad del conocimiento, parece evidente que es necesario cambiar el modelo energético actual para suministrar energía renovable de manera generalizada. Las tecnologías de producción de energía solar térmica y fotovoltaica están maduras, y existen otras posibilidades aptas para integrarse en la edificación: calderas de biomasa, eólica de pequeña potencia, geotérmica...

Y por último, realizar unas planificaciones



FIG. 1: Vista interior del proyecto.



FIG. 2: Vista exterior del edificio.



FIG. 3: Fachada acristalada



FIG. 4: Vista interior del proyecto, area de circulacion.

territoriales y urbanísticas coherentes con el concepto de desarrollo sostenible. Si aceptamos como buena la superficial y políticamente correcta definición de desarrollo sostenible acuñada por la doctora Brundtland, podríamos inferir que la “edificación sostenible” es aquella que satisface nuestras necesidades sin comprometer las de las generaciones venideras, pero aquí nos asalta la duda por la que Brundtland pasó de largo: ¿Cuáles son nuestras necesidades? ¿Cuántas viviendas necesitamos? Hoy en día, España tiene un promedio de 1,54 viviendas por familia, el más elevado del mundo, de las cuales el 30% están vacías o son segundas viviendas de ocupación muy ocasional. La razón es que el mercado inmobiliario español no siempre obedece a criterios de satisfacción de la demanda real de vivienda, y a menudo responde a criterios de oportunidad financiera. Encontrar un equilibrio adecuado entre el (¿necesario?) crecimiento económico y la protección del medioambiente y los recursos naturales se perfila ya como el principal reto a resolver en el siglo XXI.

A continuación se describen dos de los proyectos más relevantes en los que CENER ha colaborado en los últimos años, con la intención de ilustrar los comentarios anteriores.

EDIFICIO SEDE DE CENER

Arquitectos: César Ruiz-Larrea, Luis Miquel Suárez-Inclán y Antonio Gómez Gutiérrez. Año 2004

El edificio de CENER, se proyectó con tres objetivos principales: ser un edificio con una demanda energética mínima, satisfacer al menos el 50% de la citada demanda con energía de fuentes renovables, y ser construido con criterios y materiales de poco impacto ambiental.

Para la consecución del primer objetivo, se utilizaron estrategias y soluciones arquitectónicas y constructivas de climatización pasiva, propias de la arquitectura bioclimática.

Los elementos más destacados en la climatización pasiva del edificio de CENER son los siguientes:

- ♦ Una gran galería acristalada, de doble altura y orientada al sur, en cada uno de los cuatro módulos. Tiene toldos que pueden protegerla de la radiación solar directa y cortinas térmicas que evitan pérdidas energéticas indeseadas.
- ♦ Una singular pieza de hormigón prefabricado cubre esta galería elevándose sobre la cubierta a modo de periscopio, buscando captar y redirigir el cierzo del norte. Por otra parte

y funcionando como una gran chimenea, sirve para evacuar el aire caliente de la parte superior de la galería cuando ello es necesario.

- ♦ Un muro de inercia en la planta semisótano, que recorre toda la longitud de la galería.

La conjugación de todos estos elementos de la manera que a continuación se describe, ayudarán a reducir la demanda energética del edificio:

El objetivo durante el invierno va a ser maximizar las ganancias solares y disminuir las pérdidas energéticas, conservando todo lo posible la energía captada.

- ♦ Ganancias solares: Durante las horas de accesibilidad solar, las protecciones solares de la gran galería acristalada se retiran, dejando paso libre a la radiación solar.

- ♦ Inercia térmica: El muro de inercia y los forjados sobre los que incide el sol, van acumulando poco a poco un calor que comenzarán a desprender al ponerse el sol.

- ♦ Efecto invernadero: Gracias al efecto invernadero, el calor del sol queda atrapado en el aire interior de la galería y debido a su menor densidad, se desplaza hacia la parte superior de la misma. Desde allí es recogido e impulsado por medios mecánicos hasta los pasillos generales del edificio y las oficinas del piso superior.

Durante el verano, pueden considerarse como fundamentales los siguientes objetivos: Evitar las ganancias solares del exterior, disminuir en lo posible la generación de cargas internas, evacuar el exceso de calor y refrigerar mediante ventilación cuando la temperatura exterior del aire lo permite.

- ♦ Sombreamiento: Para evitar las sobrecalentamientos, se disponen en el exterior toldos motorizados y regulables que,

permitiendo la iluminación, obstaculizan completamente el paso de la radiación directa en los momentos o épocas en que sea necesario. La vegetación de cubierta así como la vegetación de los patios, ayudan a sombrear el edificio, así como a bajar ligeramente la temperatura del aire que ventilará el edificio.

La ventilación de los módulos se realiza de forma cruzada y por la parte superior de las estancias, de forma que se evacua el aire más caliente evitándose crear corrientes de aire que pueden llegar a ser molestas para el usuario, si tienen velocidades excesivas.

Gracias a la aplicación de las estrategias anteriores, el consumo energético del edificio de CENER en climatización es inferior a 30 kWh/m² año.

La climatización del edificio, una vez se ha minimizado su demanda energética, se efectúa mediante un sistema acoplado de Energía Solar Térmica – EST, y gas natural, siendo la aportación de la EST superior al 50% .

La instalación de 250 m² de captadores solares térmicos de alta eficiencia en las cubiertas del edificio, satisfacen la mayor parte de las necesidades de calefacción y ACS y, con el apoyo de una máquina de absorción de 350 kW, las de refrigeración cuando sea necesario.

Por otra parte, 150 m² de paneles fotovoltaicos situados en la fachada del edificio, proporcionan 15 kW pico, además de suponer una protección solar a la fachada sur.

La aplicación de forma integrada de todas las estrategias y soluciones descritas, han supuesto el reconocimiento internacional del edificio de CENER en el congreso internacional Sustainable Building 2005 en Tokio. El edificio CENER ganó igualmente el Premio a la Innovación



FIG. 5: Vista exterior del pabellón de España en Zaragoza.



FIG. 6: Detalle de tratamiento de superficies.



FIG. 7: Vista exterior del pabellón.

Arquitectónica en Construmat '05.

PABELLÓN DE ESPAÑA DE LA EXPO INTERNACIONAL ZARAGOZA 2008.

El Pabellón de España para la Exposición Internacional de Zaragoza de 2008 es un proyecto realizado por Francisco Mangado y el Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, tras ganar el primer premio del concurso internacional convocado por la Sociedad Estatal para Exposiciones Internacionales, SEEI.

Desde el punto de vista arquitectónico, el proyecto consiste en un bosque de pilares cerámicos que soportan una gran cubierta –que alberga las instalaciones energéticas– y bajo la cual se edifican dos volúmenes de vidrio que albergaron las exposiciones y el salón de actos.

El edificio se ha concebido bajo unos criterios de ahorro energético, utilización de materiales respetuosos con el medioambiente, integración de energías renovables, y mejora de las condiciones de bienestar de los espacios exteriores.

Dada la tipología y el uso tan característico que tiene un pabellón de una exposición internacional, las estrategias de reducción de la demanda energética se concentran en minimizar los efectos de sobrecalentamiento debido a las cargas internas – provocadas por la gran afluencia de personas, y a las necesidades de iluminación y equipos audiovisuales – en reducir al mínimo la radiación solar



FIG. 8: Detalle.

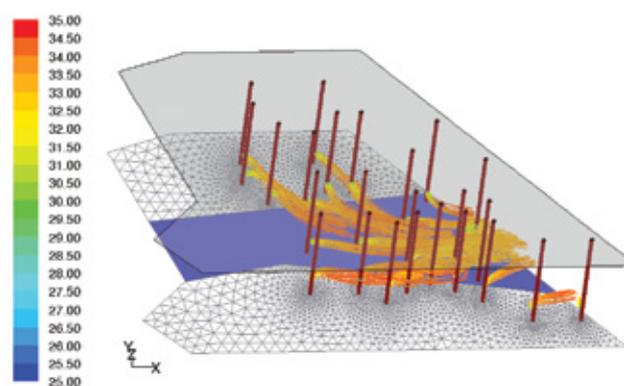


FIG. 9: Estudio de aspectos termales de la edificación.

incidente en las fachadas del edificio.

Las principales estrategias aplicadas al edificio son las siguientes:

- ♦ Diseño de la cubierta con un gran voladizo que arroje sombra sobre la fachada.
- ♦ La densificación de la trama del bosque de pilares en las orientaciones este y sur, provocando también un mayor sombreado en esas zonas.
- ♦ La utilización de vidrios bajo emisivos con un bajo factor solar y un bajo valor del coeficiente U.
- ♦ Aplicación de estrategias de enfriamiento nocturno ("free cooling") mediante sistemas de ventilación cruzada.

Por otra parte, dadas las condiciones de temperatura y humedad de la ciudad de Zaragoza, la mejor estrategia para acondicionar los espacios exteriores y provocar un microclima confortable son los sistemas basados en el fenómeno del enfriamiento evaporativo. Estas estrategias son las que se plantean con la implantación de los Soportes Generadores de Microclimas:

Los llamados Soportes Generadores de Microclima (SGM) son elementos de climatización, localizados en los espacios exteriores del Pabellón, e integrados arquitectónicamente bajo la falsa apariencia de pilares estructurales. Los SGM emplean el fenómeno de enfriamiento evaporativo para disminuir la temperatura del aire tratado.

Este fenómeno es el responsable, entre otras cosas, de la

sensación de frío que se experimenta al salir de una piscina, del enfriamiento del agua contenida en un recipiente poroso como un botijo y de los mecanismos de refrigeración mediante sudoración.

Las piezas de cerámica se humedecen intermitentemente desde el interior. La evaporación del agua contenida en la cerámica disminuye su temperatura y a su vez enfría el aire forzado a circular entre el revestimiento cerámico y el pilar metálico central. Los pilares tienen aproximadamente 15 metros de alto y un diámetro externo de 0.28 metros.

A partir de una idea que pretende conjugar la integración arquitectónica y el confort en espacios exteriores, se ha creado un elemento arquitectónico singular. La finalidad de los Soportes Generadores de Microclima es también la de ser un elemento interactivo para los visitantes, que acerque de manera amena los principios del enfriamiento evaporativo al público.

La incorporación de las energías renovables en el edificio, se realiza con la colocación de 600 m² de paneles fotovoltaicos integrados en la cubierta energética.

En lo referente a los materiales, las soluciones constructivas seleccionadas tienen en cuenta los parámetros principales de sostenibilidad: bajo consumo de energía en su producción, montajes prefabricados y atornillados, uso de materiales reciclados y reciclables, Esto se ha concretado en que, para la superficie construida total, se obtiene un gasto energético inferior al referencial en las construcciones sostenibles.

Se ha comentado anteriormente las tres acciones en el campo de la edificación que nos pueden llevar desde la perspectiva técnica a un futuro más sostenible: renovar – o sustituir- los edificios existentes, abastecer energía de origen renovable de forma generalizada, planificar el desarrollo de nuevas actuaciones con responsabilidad medioambiental, además, por supuesto, de construir los nuevos edificios con criterios bioclimáticos.

Se ha hecho hincapié deliberadamente en la palabra técnica, porque existe otra condición, no técnica, si queremos avanzar en el camino de la sostenibilidad: las labores de educación y sensibilización necesarias para que todos adoptemos un estilo de vida más respetuoso con el medioambiente.

De nada servirá que los arquitectos diseñemos edificios de bajo consumo energético, o que los ingenieros desarrollen nuevas tecnologías de producción energética más eficientes y renovables, si cada uno de nosotros no actúa con responsabilidad medioambiental, dejando de actuar como nuevos ricos instalados en la cultura del despilfarro, simplemente porque lo podemos pagar, fomentando la sensación actual de tener "barra libre" de energía y agua. Al final, los que decidimos apagar la luz, viajar en transporte público, o ponernos un jersey en vez de subir un grado del termostato, somos cada uno de nosotros, y en la suma de todas estas decisiones está finalmente la cantidad de CO₂ que emitimos en nuestras ciudades.

AUTOR



FLORENCIO MANTEIGA GONZÁLEZ

Arquitecto, graduado de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid (1998). Socio fundador del estudio "Arquitectura y Medioambiente" en Madrid, donde desarrolla la actividad profesional entre 1996 y 2002, con énfasis en la relación entre Arquitectura, Energía y Gente. Actualmente es Director del Departamento de Arquitectura Bioclimática del Centro Nacional de Energías Renovables de España – CENER. Miembro de comités internacionales y grupos de trabajo sobre sostenibilidad en arquitectura, ha colaborado, entre otros, en los proyectos del Pabellón de España de la Exposición Internacional de Zaragoza 2008 y de la Sede de la Agencia Andaluza de la Energía, en Sevilla. Ha impartido clases y conferencias como profesor invitado en la Escuela de Arquitectura de Madrid, Universidad del País Vasco, Universidad de Navarra, Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad de Vigo, y es autor de numerosos artículos y publicaciones técnicas sobre arquitectura sostenible y energía solar, y co-autor de varios artículos presentados en congresos científicos internacionales. Es el Director del Congreso Internacional de Arquitectura, Ciudad y Energía, CIBARQ.



fmanteca@cener.com

RASCACIELOS BIOCLIMÁTICOS - APRENDIENDO DE BAWA

BIOCLIMATIC SKYSCRAPER – LEARNING FROM BAWA

DR. TAN BENG KIANG
DAVID ROBSON

INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL

RESUMEN

Este estudio describe lo que puede considerarse como uno de los primeros edificios de oficina bioclimáticos diseñado para iluminación y ventilación natural y esboza lecciones para la práctica actual. El edificio de 12 pisos State Mortgage Bank Building (conocido ahora como Mahaweli Building) en Colombo, Sri Lanka, diseñado por el arquitecto asiático Geoffrey Bawa en 1972, incorporó muchos principios de diseño ambiental mucho antes que los términos arquitectura bioclimática o sostenible fueran lugares comunes. El estudio describe los antecedentes y el contexto en el que el proyecto fue diseñado y sus principios de diseño y estrategias energéticamente pasivas. También se refiere a si estos principios y estrategias son aún aplicables a edificios bioclimáticos altos de oficinas contemporáneas.

Los autores entrevistaron a miembros del equipo de diseño original, coleccionaron material de los archivos de Bawa, revisaron las condiciones y el uso de los patrones del edificio, entrevistaron a los ocupantes y construyeron un modelo del edificio en cómputo en 3 dimensiones.

1. INTRODUCCIÓN

Geoffrey Bawa (1919- 2003), arquitecto de Sri Lanka y ganador del Premio Aga Khan, es conocido por sus edificios bajos y hoteles tropicales ambientalmente sensibles. Sin embargo, en los años 70, dejó de diseñar casas privadas y hoteles y se enfocó en el diseño de espacios de trabajo urbano tropicales. Pocos conocen sus diseños de oficinas, hasta que aparecieron reseñadas en el libro *Obras Completas de Bawa* [1]. Estos incluyen *Steel Corporation Offices*, Oruwela (1968), oficinas en Matara (1969), el *Agrarian Research y Training Institute* (1974) y el *Institute of Management Studies* (1975). Estos edificios eran bajos y exploraron los principios de ventilación natural en oficinas. Continuó con el *State Mortgage Bank* que fue el único edificio alto construido por Bawa.

Bawa fue encargado por el gobierno, de diseñar el edificio del *State Mortgage Bank* de 12 pisos, en el centro de Colombo, Sri Lanka en 1972, pero a mitad del proyecto hubo un cambio de gobierno y resultó en un rediseño para las oficinas centrales del *Ministerio Mahaweli* y en un atraso en la construcción hasta 1978.

Ken Yeang comentó que el Edificio Mahaweli es probablemente el mejor ejemplo de edificio alto bioclimático que se pueda encontrar en el mundo [2] y Robson afirma que "este diseño ofrece un prototipo para

ABSTRACT

This study describes what can be considered one of the first bioclimatic office buildings designed for natural lighting and ventilation, and outlines lessons for current practice. The 12-story building *State Mortgage Bank Building* (now known as *Building Mahaweli*) in Colombo, Sri Lanka, designed by architect Geoffrey Bawa Asia in 1972, incorporated many principles of environmental design long before the terms bioclimatic architecture or sustainable were truisms. The study describes the history and context in which the project was designed and its principles of passive design and energy strategies. It also refers to whether these principles and strategies are still applicable to bioclimatic high-rise office buildings contemporary.

The authors interviewed members of the original design team, collected material from the archives of Bawa, reviewed the conditions and use patterns of the building, interviewed the occupants and built a computer model of the building in 3D.

PALABRAS CLAVE

Caso de estudio, bioclimático, ambientalmente sensitivo.

edificio de oficinas en una ciudad tropical [1]. Desafortunadamente, tan pronto como se terminó, el espacio abierto del edificio fue dividido por sus ocupantes y se instalaron aires acondicionados. Así, el edificio nunca se usó en la manera que fue prevista y sus muchas innovaciones en el diseño fueron ignoradas y pronto olvidadas.

El edificio se ubica en un distrito comercial dinámico, entre Darley Road y la parte sur del Beira Lake, con vista al Colombo's Hyde Park alberga a un Banco en el primer piso y oficinas arriba. Los dos pisos superiores están protegidos por un canopy flotante y sirve como oficina y sala de recepciones para el Ministro. El techo se usó como helipuerto. Los espacios de oficina fueron diseñados como una planta libre con un mínimo de columnas internas. La construcción se realizó con un marco de concreto armado in situ, de fuerte expresión en la fachada y luces que fueron



FIG. 1: Perfil del edificio que varía dramáticamente según el ángulo.



FIG. 2: Frente del edificio.

consideradas muy atrevidas en ese momento. Las ventanas, de columna a columna, encerraban los pisos para llevar luz natural a todos los recintos. El edificio fue diseñado para iluminación y ventilación natural. Los cielos rasos suspendidos se evitaron para ahorrar costos.

2. PRINCIPIOS DE DISEÑO

2.1. FORMA Y ORIENTACIÓN

El lote era de una forma rara e irregular, entre el Lago Beira y Hyde Park. Sin embargo, Bawa explotó esto creando una planta que respondía aerodinámicamente a los vientos predominantes, a la vez que reducía las ganancias solares y que tenía una máxima huella, así reducía el número de pisos. El resultado es un edificio elegante que cambia dramáticamente según el ángulo de donde se mire. Aparece como esbelto desde ciertos ángulos y más ancho desde otros.

Las fachadas norte y sur minimizan las ganancias solares lo cual es importante en climas tropicales y su orientación permite maximizar la ventilación con los vientos monzónicos provenientes del noreste y sureste. El radio de su forma y el porcentaje del volumen en relación a la superficie están entre las recomendaciones para un edificio eficiente en el trópico [3].

Anura Ratnavibushana de la oficina de Bawa, quien desarrolló el diseño, mencionó que estudió los estándares americanos para oficinas eficientes y asegurar así que la planta podía desempeñar buena eficiencia por lo menos en un 80%. Además se preocupó que hubiera un mínimo de columnas en los espacios internos de las oficinas. El piso superior se diseñó con terrazas estilo Le Corbusier, abiertas en todos sus costados con vista panorámica a los alrededores, en las cuales se podían desarrollar eventos sociales.

2.2. POCA TECNOLOGÍA Y ALTURA

Colombo aún tenía una infraestructura subdesarrollada cuando se diseñó el edificio. El servicio eléctrico no era confiable y los cortes eléctricos eran comunes. Diseñar un edificio que se eleva con una pequeña planta, es

menos sostenible que uno que tiene menos pisos y mayor planta.

La energía consumida en un edificio de 12 pisos no imponía un gran esfuerzo en la infraestructura, contrario a un esbelto pero alto bloque de oficinas. Si el ascensor se paraba debido a un corte eléctrico, aún era posible para los usuarios bajar por las escaleras y ver su camino. En esa época la importación de materiales a Sri Lanka estaba severamente restringida. El edificio fue diseñado y construido con materiales locales. El acabado del piso fue cemento pulido, los marcos de las ventanas fueron construidos con madera y las mallas de ventilación con concreto armado.

2.3. VENTILACIÓN Y LUZ NATURAL

Para lograr ventilación natural en permanencia, Bawa diseñó un interesante e inteligente corte que permitía el flujo del aire a diferentes niveles del cuerpo. Sobre las ventanas, en las paredes externas, hay mallas de concreto armado para ventilación. Estas están protegidas de la penetración de la lluvia por una losa en voladizo con un alero vertical como parapeto. Ventanas verticales pivotantes y ranuras de ventilación horizontal en concreto armado a nivel del alféizar, permiten la ventilación a nivel del cuerpo. Estas ranuras de ventilación horizontal permiten un flujo constante de aire aún cuando las ventanas estén cerradas (**FIG. 5**). Estrategias similares se usan en las escuelas de Sri Lanka, pero con detalles más simples. Aquí Bawa desarrolló su

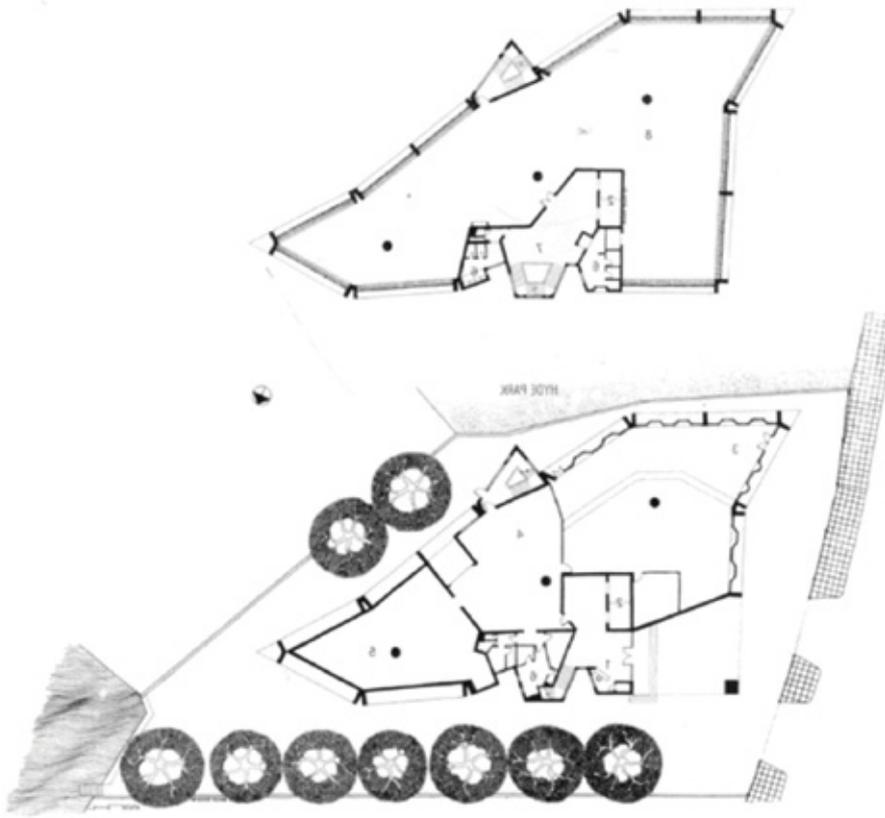


FIG. 3: Plano de sitio y de la primera planta.

idea de permitir entrar al aire y proteger de la lluvia al mismo tiempo, con un corte más complejo.

El croquis original muestra ventanas regulables bajo el alféizar de las ventanas que hubieran permitido ventilación baja, pero no fueron implementadas porque las vigas estructurales se atravesaron en el camino. Las paredes entre el espacio de oficina y el vestíbulo de los ascensores, tienen alto grado de orificios de ventilación de concreto armado que permiten buena ventilación cruzada en los espacios de oficina porque el aire fluye de las ventanas externas al vestíbulo de los ascensores o por las ventanas de la escalera al vestíbulo y a las oficinas. El vestíbulo del ascensor y el núcleo de escaleras, se ubican perimetralmente y están por tanto, bien iluminadas y ventiladas. Cuando los autores visitaron el edificio encontraron el vestíbulo aireado y claro sin necesidad de iluminación artificial. Al proveer vista hacia afuera del edificio el vestíbulo parece más acogedor. Las escaleras estaban originalmente diseñadas para ser abiertas en los costados, pero se pusieron posteriormente ventanas para parar la lluvia. La decisión de Bawa de ubicar las escaleras, ascensores y baños en el perímetro más que en el centro, fue por experiencia e intuición, pero se adelantó al trabajo teórico y

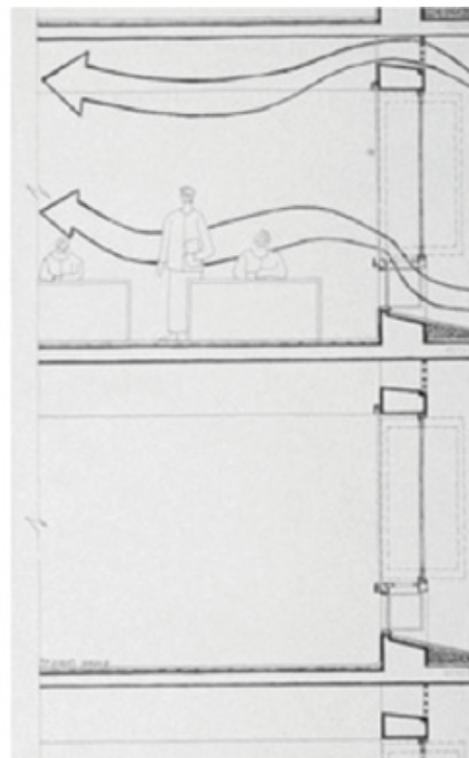
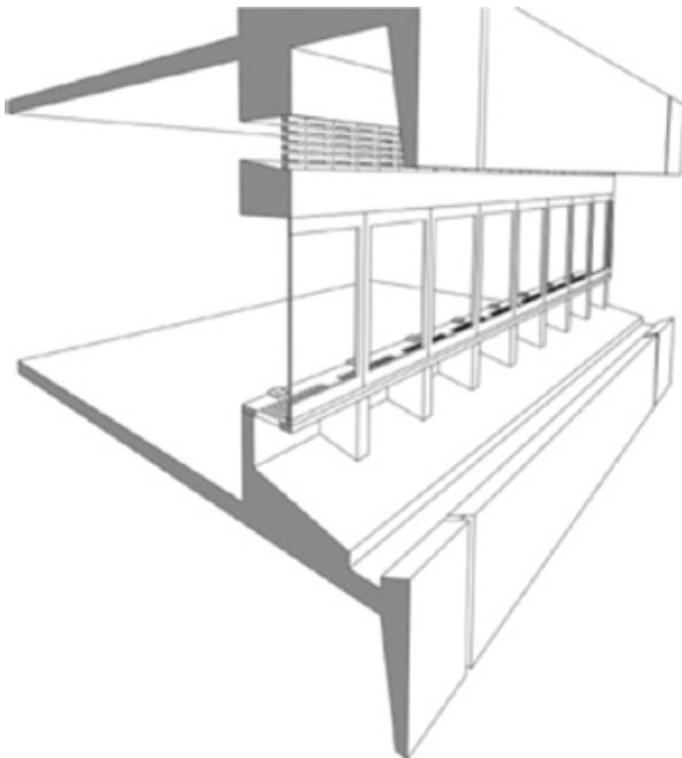


FIG. 4: Croquis original del corte a la izquierda. Corte como fue construido a la derecha, sin ventanas bajo el alféizar.



FIG. 5: El 21 de junio, el alero y las persianas verticales cortan el ángulo solar bajo.

científico de Ken Yeang, cuando desarrolló los principios de diseño para rascacielos bioclimáticos [3,4]. Yeang afirma que los servicios perimetrales ofrecen muchos beneficios. Eliminan la necesidad de ventilación mecánica y ducto de presurización como protección al fuego (necesario en escaleras internas centrales); producen ventilación y luz natural para el vestíbulo del ascensor y escalera, resultando en una disminución en consumo energético y costos de operación menores, produce vistas al exterior despertando mayor interés por el lugar en los usuarios y son edificios más seguros en caso de catástrofes. Uno de los edificios diseñados del autor - Revenue House en Singapur - usa circulaciones perimetrales gemelas y confirma las ventajas de lo anterior. En términos de gasto anual de kilovatios/hora x metro cuadrado, consume un 30% menos de energía que un edificio promedio y ganó el Energy- Efficient Building en ASEAN en el 2000 [5]. Estudios demuestran que la carga energética de un edificio de oficinas ventilado naturalmente, es la mitad del que tiene aire acondicionado [6]. La planta de oficinas es poco profunda y cumple con los promedios recomendados para buena penetración lumínica [7]. El ventanal perimetral de columna a columna permite luz natural en casi todos los recintos durante todo el año. Estudios demuestran que el uso de luz natural reduce el consumo de energía en un 60% comparado con un espacio artificialmente iluminado [8].

2.4. REDUCCIÓN DE GANANCIA SOLAR Y RADIACIÓN

Las fachadas principales están orientadas hacia el norte y el sur para reducir la ganancia solar.

También trabajan bien durante el monzón porque las fachadas largas están orientadas para enfrentar los vientos prevalecientes y permiten la entrada de brisa al edificio. El control solar se logra con el uso de profundos aleros horizontales que actúan como parasoles. Las persianas verticales cortan el ángulo solar bajo durante casi todo el año como se ve en la simulación digital en **FIG. 5 Y 6**.

El diseño adoptó una distribución de doble núcleo gemelo. Los núcleos sirven de amortiguadores solares y de reductores de calor. El núcleo principal consiste en el ascensor, la escalera, los baños y el vestíbulo de entrada



FIG. 6: Simulación digital de iluminación natural, el 21 de diciembre a las 3 PM.

que son naturalmente ventilados. El vestíbulo es muy claro y ventilado y ofrece vistas a la ciudad. El segundo núcleo es la escalera de emergencia que también es naturalmente iluminada y ventilada con ventanas regulables.

2.5. ATENCIÓN A LOS DETALLES

Bawa era muy cuidadoso con los detalles. Seleccionó ventanas pivotantes porque es más práctico para la limpieza de las ventanas desde dentro. Se prefirió las pivotantes verticales en lugar de horizontales, porque no se caerían fácilmente ya que su peso se apoya en el alféizar. También diseñó superficies inclinadas y bajantes en la losa en voladizo para descargar el agua de lluvia en tubos escondidos detrás de columnas en forma de U e instruyó a Ratnavibushana que agregue estrías en la fachada para evitar que se agriete.

3. DISCUSIÓN

El mundo está enfrentando la escalada de una crisis energética y la necesidad de desarrollar diseños sostenibles para edificios de oficinas. Qué lecciones ofrece este edificio de los años 70 en el contexto actual? Esta sección argumentará algunos de los defectos del edificio en el contexto actual y qué podemos hacer para rectificarlos y recuperar el intento original de una oficina naturalmente ventilada e iluminada. Sorprendentemente, según las medidas de mejores prácticas de los edificios verdes o ecológicos, éste sería considerado uno de ellos. Por ejemplo, cumple con los parámetros críticos de una Green Office [6]. La distancia de sus ventanas al centro no excede el rango entre 6 a 12 m lo cual permite que las oficinas estén iluminadas gran parte del día. La máxima profundidad de planta está entre los 13 a 15 m recomendados para ventilación cruzada natural. También cumple con la guía para diseñar rascacielos ecológicos y sostenibles [3,4] y la lista de diseño ambiental elaborada por Hawkes para "diseños selectivos" [8]. Según definición de Hawkes "los diseños selectivos buscan explotar las condiciones climáticas para mantener el bienestar y minimizar la necesidad de consumo energético artificial".

El edificio se diseñó antes de la popularización del aire acondicionado en Colombo. Nunca se usó como se pretendía - planta abierta, edificio ventilado naturalmente. Se climatizó luego que sus ocupantes se trasladaron. Los

departamentos de la Mahaweli Authority ocuparon el edificio. Estaba en tristes condiciones cuando los autores lo visitaron en el 2005. A nivel de terreno, altas paredes y alambre navaja encerraban el complejo por motivos de seguridad. Feas unidades de aire acondicionado ocupaban las ventanas de la fachada y la luz natural estaba bloqueada por cortinas. Los espacios internos estaban divididos azarosamente por particiones en oficinas individuales. Hay algunos defectos del edificio que resultan de su naturaleza. Sin embargo, los autores creen que monitoreando el desempeño del edificio y modificando detalles, estos se pueden superar.

3.1. RUIDO Y POLVO

Los ocupantes se quejan que el polvo y el ruido del tráfico les impiden abrir las ventanas para ventilar naturalmente. Paradójicamente más ventanas estaban abiertas en los pisos bajos, donde los usuarios parecían preferir la ventilación natural. Los principales problemas eran el encandilamiento y la volatibilidad de los papeles. El edificio se construyó antes que el distrito de negocios en Colombo se desarrollara y creciera la flota vehicular. Sin embargo, el control del ruido puede mejorarse con estanterías acústicas en el exterior y paneles acústicos en el interior.

3.2. CONTROL DE LA VENTILACIÓN

Los ocupantes mencionaron que cuando abren las ventanas, especialmente en los pisos superiores, a veces los papeles salen volando, entorpeciendo el trabajo. Como consecuencia, la mayoría deja las ventanas cerradas. La ventilación se puede mejorar modificando el diseño de las ventanas para regular mejor el flujo de aire. La mayoría de las ranuras en el alféizar horizontal se han cubierto con láminas de plywood para prevenir la aspersión de lluvia fina que se infiltra durante los monzones y para prevenir goteos, cuando el aire acondicionado está en funcionamiento. Mantener las ventanas cerradas con las unidades de aire acondicionado en ellas, no es efectivo porque el aire no se renueva y las unidades no son suficientes para enfriar grandes áreas. En algunos pisos abren las ventanas aunque el aire acondicionado esté funcionando y no esté bastante frío o la oficina esté muy atiborrada. Este problema se puede rectificar usando ventiladores de cielo raso y detalles de persianas regulables frente a las ranuras de ventilación, para dosificar el flujo de aire. Un detalle interesante se usó en Singapur en un edificio de apartamentos privados en One Moulmein Rise, diseñado por la firma WOHA, el cual trabaja bien para regular el flujo del aire y parar la lluvia (**FIG. 7**). Con el avance de los sistemas mecánicos y de aire acondicionado y la amplia oferta de materiales de construcción, es posible hacer uso mixto de modos naturales y mecánicos de ventilación durante la estación cálida.

3.3. CONTROL DEL BRILLO

Es desafortunado que los usuarios bloqueen la luz natural con gruesas cortinas y dependan de la luz artificial durante el día. El problema fue el brillo, se pudo haber superado con persianas venecianas, enrolladas o elementos exteriores como parasoles para reducirlo.



FIG. 7: Ventana para el monzón, con sistema regulable para el flujo de aire.

3.4. PLANTA DE OFICINAS

Las oficinas fueron diseñadas como plantas libres pero los ocupantes trabajan bajo estructura operacional jerárquica. Existe un conflicto entre la planta libre y la estructura organizativa. El interior se compartimentó en espacios para los oficiales de más alto rango y divisiones completas para separar los diversos departamentos. La planta irregular no es apropiada para muchas de las particiones internas y el interior es como un laberinto. Las particiones completas bloquean la luz natural al interior y obstruyen el flujo del aire. La distribución ideal sería una planta libre con pantallas bajas para privacidad y número limitado de oficinas cerradas en el centro para oficiales.

4. CONCLUSIÓN

Concebido hace 34 años, el proyecto se puede apreciar como un intento para crear un edificio pasivo en altura para una ciudad tropical, diseñado antes de la escalada de aire acondicionado en Colombo, y para reducir las ganancias solares y maximizar la posibilidad de ventilación natural. La escala de 12 pisos demuestra la conciencia del diseñador del problema de no sobrecargar la infraestructura y de la congestión, al tiempo que se anticipó a la necesidad de promedios más altos de altura en el centro de la ciudad.

El diseño se llevó a cabo alrededor de 1977, con elecciones parlamentarias cuyo resultado fue un gobierno orientado a una progresiva apertura comercial. El cliente original se reemplazó por el Mahaweli Development Ministry de creación reciente, el cual empleó a numerosos consultores expatriados. Esto exigió oficinas climatizadas y las innovaciones del edificio nunca fueron examinadas. Ninguna evaluación posterior se realizó luego que el edificio para el State Mortgage Bank fuera ocupado. Sin estos análisis no fue posible modificar detalles o aprender de los errores. Descorazonado, Bawa perdió interés en el proyecto y lo omitió en las publicaciones posteriores. Como consecuencia, nunca se publicó hasta que Robson y Daswatte publicaron un artículo en 1998 [9]. El arquitecto malayo Ken Yeang lo descubrió por casualidad en una visita a Colombo. Actualmente torres de cristal selladas, consumidoras de energía, dominan el panorama del distrito de negocios de Colombo, en parte por la demanda de desarrolladores foráneos y clientes internacionales y las lecciones del edificio para el State Mortgage Bank se olvidaron.

¿Qué relevancia tiene el edificio hoy en día? Un prototipo de lo que hoy llamamos "edificio verde" existía hace 30 años, demostrando un acercamiento al diseño de espacios para oficinas con sentido común en una ciudad tropical. La relación de Bawa con el sitio, materiales, diseño ambiental y forma construida sugiere que practicaba arquitectura sostenible mucho antes que el término sonara en el diseño arquitectónico. El edificio para el State Mortgage Bank ofreció una ruta alterna a una generación previa de desarrolladores, pero fue ignorada. Países en desarrollo como Sri Lanka, están ahora enfrentando el impacto del alza del precio del petróleo. Las innovaciones no examinadas del edificio pueden probar aún su relevancia dado que las últimas crisis energéticas condujeron a cuestionar el uso del aire acondicionado. Por último, el diseño ofrece un punto de partida a cualquier intento de desarrollar nuevas maneras de diseñar edificios de oficinas de bajo costo en países en desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a Anura Ratnavibushana por concedernos una entrevista; a Lunuganga Trust por permitirnos usar los dibujos de Bawa; a Daniel Hii por sus modelos digitales y a la National University of Singapore por su patrocinio de investigación R-295-000-052-112.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Robson, David, *Geoffrey Bawa: The Complete Works*, London: Thames & Hudson, 2002.

[2] Keniger, Michael, *Bawa: Recent Projects 1987-95*, Brisbane: Queensland Chapter of the RAIA, 1996.

[3] Yeang, Ken, *The Green Skyscraper: The basis for designing sustainable intensive buildings*, Munich: Prestel, 1999.

[4] Yeang, *Service cores*, New York: Wiley-Academy, 2000.

[5] *The Straits Times*, "IRAS's (Inland Revenue Authority of Singapore) building ASEAN's most energy-saving", 3 July 2000.

[6] Edwards, Brian, *Green Buildings Pay*, New York: E & FN Spon, 1998.

[7] Neufert, Ernst and Peter, *Architects' Data*, Malden MA, Blackwell Science Publisher, 2000.

[8] Hawkes, Dean and McDonald, Jane, *The selective environment*, London: Spon Press, 2002.

[9] Robson David and Channa Daswatte. "Serendib Serendipity" in *AA Files No. 35* London May 1998.

Publicado en *PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.

Department of Architecture, School of Design and Environment, National University of Singapore.

AUTORES



TAN BENG
KIANG

Profesora Asistente en el Departamento de Arquitectura de la Escuela de Diseño y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Singapur, se educó en Singapur y en los EEUU. Es Arquitecta colegiada en Singapur con muchos años de experiencia práctica y es miembro del Consejo del Singapore Institute of Architects. Contribuye activamente en la comunidad profesional y académica y ha presentado diversos artículos en publicaciones y conferencias.



akitanbk@nus.edu.sg

DAVID
ROBSON

Fue profesor invitado en la Universidad Nacional de Singapur de 2004 a 2006. Daba clases anteriormente en el Reino Unido y es autor del libro "Geoffrey Bawa: The Complete Works"; Londres, Thames & Hudson, 2002. En 2004 colaboró en una exposición retrospectiva sobre la obra de Geoffrey Bawa en el Deutches Architektur Museum en Frankfurt.

PROYECTO PARTICIPANTE PARA EDIFICIO CAF

CAF CONSTRUCTION PROJECT PARTICIPANT

ARQ. VERÓNICA REED

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Impacto ambiental /
doble piel / cubierta
verde / ventilación
mixta / rendimiento
energético

Los problemas actuales que afectan la calidad de vida de los habitantes de las ciudades demandan que los arquitectos a través de sus propuestas contribuyan al bienestar de los usuarios, a la mitigación del deterioro del ecosistema y a la reducción del impacto ambiental de los edificios. La arquitectura beneficia al desarrollo de las ciudades, por tanto las prácticas deben ser guiadas por principios de sustentabilidad, ecoeficiencia y optimización en el uso de recursos. En este artículo se expone el proyecto participante presentado por el Arquitecto Claudio Vekstein y su equipo de trabajo con la colaboración de la Arquitecta Verónica Reed para la nueva sede de la CAF en Caracas, Venezuela, concurso que se llevó a cabo en octubre del 2008 y en el cual participaron 50 firmas invitadas. Se propuso un proyecto que reduzca el impacto en el ecosistema a través de estrategias basadas en la comprensión del entorno natural y condiciones ambientales.

La ciudad como forma particular de asentamiento espacial resultado de la concentración de la población, tanto en dimensión como en organización, densidad y diversidad, pone en juego diferentes intereses en relación a la ocupación de su complejo heterogéneo urbano. El conflicto y balance entre los intereses públicos y privados, tanto históricos como presentes, se negocia y resuelve diariamente en el funcionamiento, forma y organización del espacio físico. Pero el desarrollo urbano es dinámico como lo es la estructura social, y debe manifestar una tensión de reconciliación de los intereses en juego expresada como acuerdo actual en la circunstancia dada. Este conflicto y balance se da de igual manera entre el medio construido y el medio natural, con mayor intensidad, y se resuelve mediante el óptimo funcionamiento y adecuada relación del edificio y su entorno inmediato a través de su envolvente y procesos internos, planteados desde la concepción de un espacio.

Una de las realidades actuales que enfrentamos no solo como arquitectos sino como seres humanos, es el deterioro del medio ambiente y de nuestro ecosistema. Este no es un problema nuevo, es un problema de generaciones, que ha recibido principal atención durante los pasados años o incluso meses, poniéndolo al frente de la agenda.

Las edificaciones e intervenciones urbano-territoriales que creamos, indiscutiblemente tienen un impacto en el medio ambiente, lo transforman; utilizan grandes extensiones de tierra, reemplazando suelo natural por asfalto y hormigón. Las edificaciones consumen y contaminan grandes volúmenes de agua, un recurso natural preciado cada vez más limitado; para la construcción se emplean materiales que pueden ser tóxicos y que eventualmente contribuyen al incremento de desechos en el planeta una vez culminado su ciclo de vida.

Aún mayor es el impacto generado en el planeta por estas edificaciones

ABSTRACT

The current problems affecting the quality of life of urban dwellers are demanding that architects through their proposals contribute to the welfare of users, to the mitigation of damage to the ecosystem and reducing the environmental impact of buildings. The architecture benefits the development of cities, so the practice should be guided by principles of sustainability, eco-efficiency and optimal use of resources. This article describes the project submitted by architect Claudio Vekstein with the assistance of the Architect Veronica Reed for the new CAF office, Caracas-Venezuela. The contest was held in October 2008 and 50 firms were invited. The project was proposed to reduce the impact on the ecosystem through strategies based on understanding of the natural and environmental conditions.

durante el proceso de funcionamiento de las mismas, donde contribuyen con la tercera parte del consumo energético mundial. A través de la arquitectura y la construcción también podemos contribuir al desarrollo de las sociedades, impactar, transformar y encaminar el estilo de vida de nuestras ciudades de una manera positiva o negativa. Nuestro rol, por tanto, es el de inculcar valores en nuestras culturas, y cambiar la forma en que llevamos nuestras vidas diariamente.

La propuesta para el concurso internacional de la nueva sede de la CAF, presentada por el Arquitecto Claudio Vekstein y su equipo de trabajo con la colaboración de la Arquitecta Verónica Reed, a continuación, nace de la comprensión de la fundamental importancia de esta obra para la ciudad y trasciende los aspectos parciales de su compleja circunstancia para elevarse como pieza de interés público y a escala de la comunidad, tomando como eje esencial de diseño su relación no solo con el entorno físico sino con el entorno natural y las condiciones ambientales de la localidad, para así conseguir un impacto menor en el ecosistema.

El concurso internacional para la nueva sede de la CAF en Caracas, Venezuela, se llevó a cabo en octubre del 2008, teniendo como resultado 50

CAF-CCS
Complejidad e Integración

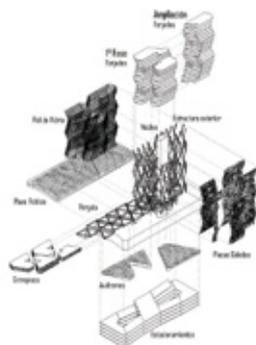


FIG. 1: Estudio volumétrico del proyecto.



FIG. 2: Imágenes de la maqueta.

firmas invitadas a nivel de América Latina. El proyecto debía resolver las exigencias planteadas por la CAF, en un terreno definido en el centro urbano de la ciudad de Caracas con fácil acceso a sistemas de transporte masivo.

El edificio propuesto resuelve, gracias a la virtud de su inserción urbana pública (Plaza Altamira, redes de transporte público, etc.), así como su misión pública institucional y sus programas privado y público articulados, una mediación efectiva con el contexto urbano inmediato y territorial, a escala entre las grandes infraestructuras públicas: autopista del Este, Aeropuerto "Generalísimo Francisco de Miranda" (La Carlota) y el medio natural a escala de la ciudad, Parque del Este, Cerro El Ávila. Los aspectos climáticos, así como histórico-arquitectónicos, su inserción social y económica en un enclave urbano privilegiado, promueven el carácter intrincado y hasta barroco/excesivo de la propuesta.

El edificio formula los principios públicos de complejidad e integración asumiendo lo programático a nivel material, desarrollando una alta especificidad espacial, estructural y volumétrica con una particular articulación de cada una de estas situaciones a fin de promover continuidades parciales específicas.

El conjunto asume la futura ampliación de la torre como principio y lo extiende desarticulando y rearticulando al resto de sus componentes en el conjunto. Por un lado, la diferenciación progresiva y especialización de los elementos estructurales (torre, entresijos, basamento, núcleo), así como pieles envolventes (muro cortina, pantallas, plaza ondulada), y sus componentes programáticos duros (oficinas, semi-públicos superiores, semi-públicos inferiores, plaza, estacionamientos), se resuelven como integridad hiper-articulada compleja.

El criterio se ejemplifica en el caso de la torre donde, comenzando por la simple integración de volúmenes, se afirma con el desplazamiento sistemático de las plantas tipo según medida y ángulo constantes, el atravesamiento

CAF-CCS
Mediación contextual y territorial

Cualidad Urbana



FIG. 3: Relación del edificio con el entorno urbano.

programático de lo público radiando verticalmente desde la plaza, y la proliferación escalar de los planos de fachada en una integración transversal espacial e iconográfica de motivo selvático vegetal. Esta integración compleja otorga una riqueza experiencial de fuerte carácter urbano y una clara identidad corporativa a escala y referencia latinoamericana.

La base geométrica clara del proyecto permite una organización sistemática y repetitiva de las plantas y acomodar las funciones requeridas por la CAF con precisión y flexibilidad: las diferentes configuraciones de oficinas y privados en la planta libre de torre; la zona semi-pública de comedor, gimnasio, biblioteca, sala de reuniones, salón de usos múltiples, cafetería, banco con espacios equivalentes ordenados horizontalmente a lo largo de una rampa ascendente hacia las terrazas y el lobby de acceso sobre el paso de la Plaza CAF al Sur.

INNOVACIÓN Y AMBIENTE

El proyecto busca ser innovador y altamente eficiente así como sustentable, dentro de los estándares y requerimientos ambientales adecuados para un proyecto de su envergadura e importancia. La ampliación del espacio público propuesta y su relación intrínseca con el ámbito institucional otorgan al proyecto una primera instancia de innovación y sustentabilidad ambiental a gran escala.

La propuesta busca ser un referente en América Latina de una edificación en total armonía con su entorno natural y climático, haciendo que cada proceso dentro del edificio tenga un impacto menor en el medio físico. El partido y concepto de sustentabilidad de la propuesta se fundamenta en 5 ejes principales: 1- Adaptación al entorno; 2- Eficiencia energética/alto rendimiento; 3- Optimización de recursos naturales; 4- Reducción de polución e impacto ambiental; 5- Salud y bienestar de habitabilidad. En cada uno de estos ejes, se buscan los mecanismos, sistemas y procesos más adecuados para reducir el impacto en el medio ambiente y el entorno urbano.

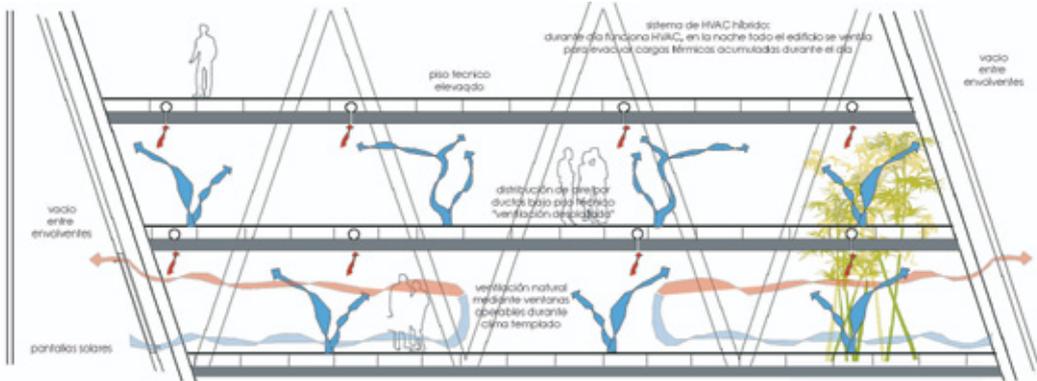


FIG. 4: Estudio de estrategia de ventilación.

DOBLE PIEL ENVOLVENTE, VACÍOS Y JARDINES

El edificio se adapta al clima y condiciones locales mediante una elaboración de “doble piel” en todas las dimensiones del proyecto. Las pantallas solares protegen al edificio de la radiación incidente este-oeste, reduciendo la temperatura al interior, logrando espacios confortables que requieren menor consumo energético para su climatización. Sin embargo, la composición de la doble piel (la exterior maciza y calada, protegida allí a su vez por malla metálica) permite el ingreso de luz natural y junto con las fachadas acristaladas del norte y sur, permiten que el edificio funcione con luz natural durante la mayor parte del día.

Las jardineras con trepadoras incorporadas en intervalos de cada 3 plantas entre la fachada acristalada y la pantalla generan una presión negativa superior y ventilación por efecto chimenea de tubo Venturi, además de mayor confort visual desde el interior.

CUBIERTAS VERDES

La cubierta verde, como “doble piel” del edificio en su parte superior, protege al edificio de mayor radiación solar, mientras que recoge el agua de lluvia y la purifica para reutilización de este recurso. La cubierta verde proporciona a los ocupantes del edificio y a todo el entorno de áreas verdes en altura, mejorando la calidad visual y de confort del espacio urbano, protegiéndolo del “efecto isla de calor”, expandiendo los programas semipúblicos al exterior, y otorgando una continuidad y correspondencia visual del parque en el edificio.

PISO TÉCNICO ELEVADO, CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

El concepto de doble piel se extiende también al interior del edificio e incluso a sus sistemas. Al interior, el piso técnico elevado permite el uso de sistemas más eficientes de climatización y ventilación, y la combinación de estos con ventilación natural, mejorando significativamente las condiciones de confort y salud.

El sistema de aire acondicionado HVAC empleado es Water Loop Heat Pump. En las temporadas de verano intenso, con mayores temperaturas y humedad relativa mayor, el edificio se cierra herméticamente y únicamente el sistema de HVAC funciona climatizando los espacios y reemplazando el aire al interior de la planta según lo requerido para mantener una buena calidad de aire interior. Las ventanas de extracción toman aire puro del exterior y funcionan como chimenea térmica, impulsando al exterior el aire caliente ya utilizado del interior de la planta. En las estaciones templadas las oficinas son ventiladas naturalmente utilizando un sistema de ventanas dobles de extracción de aire, tomando aire desde el exterior

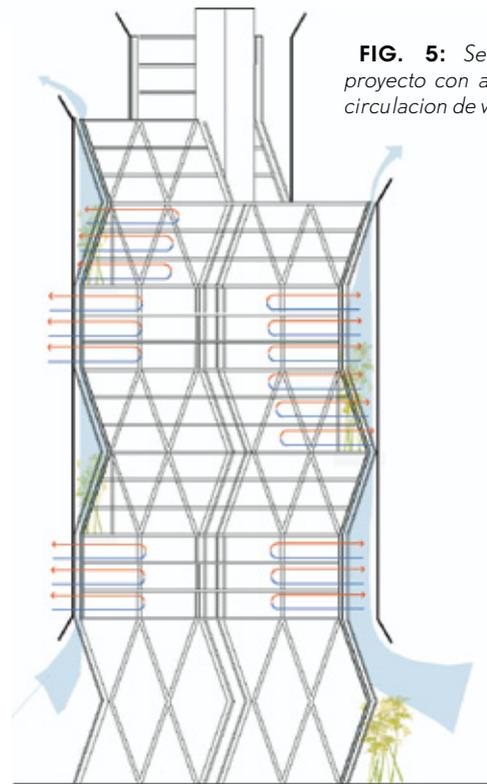


FIG. 5: Sección del proyecto con análisis de circulación de viento.



FIG. 6: Relación del proyecto con el entorno urbano.

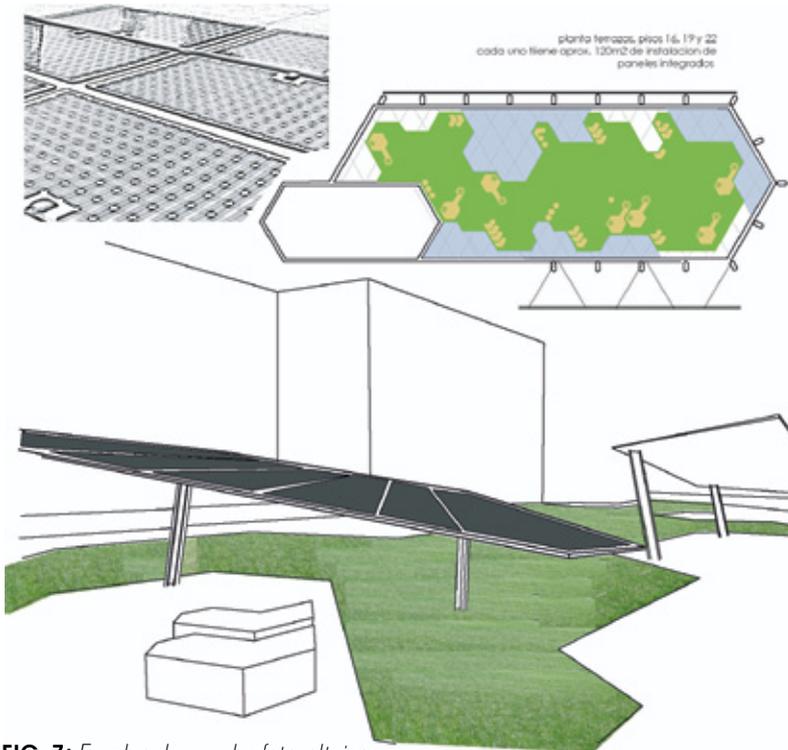


FIG. 7: Empleo de paneles fotovoltaicos.

en todas las oficinas debido a la forma angosta de cada una de las torres, donde las dos zonas principales de la planta están ubicadas a lo largo de dos grandes fachadas.

TRATAMIENTO DE AGUAS

Incluso las instalaciones de agua funcionan como doble piel, al incluir un doble circuito de aguas grises, el cual reutilizará el agua lluvia de cubiertas y agua gris del lavamanos en otras aplicaciones, reduciendo el consumo de agua potable.

ENERGÍA SOLAR

La doble piel en las cubiertas también está presente en el sistema de generación de energía solar, cuyos elementos se ajustan a la perfección al paisaje allí creado. Esta instalación de paneles solares permite la producción de energía que abastecerá cierta demanda comunitaria del edificio, reduciendo sus costos de operación a lo largo de su vida útil. El edificio está pensado en base a la creación de espacios saludables para vivir y trabajar.

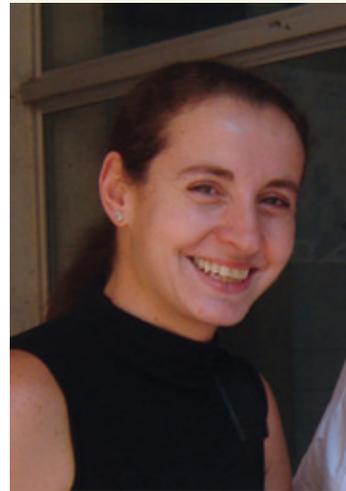
En las cubiertas de las tres torres, instalaciones de paneles solares (PV), cumplen una doble función. Producen energía destinada a la iluminación de servicio, y otras aplicaciones comunales, reduciendo costos de operación del edificio y el consumo energético. Cada planta de terraza cuenta con una instalación de aprox. 120m² de paneles solares de células monocristalinas de Lumeta, sistema PowerPly, paneles delgados que se adhieren a cualquier superficie de cubierta con carga y espesor mínimos, para cubiertas con inclinaciones leves. Los paneles PowerPly son los más eficientes de los disponibles en el mercado de sistema monocristalino. Los paneles solares se colocan sobre una estructura simple para protección solar. Ofrecen a los ocupantes y usuarios de las terrazas espacios de mayor confort con protección de radiación solar y lluvia.

FICHA TÉCNICA

Diseño Arq. Claudio Vekstein

Equipo Asesor Arq. Verónica Reed (*Ambiental y Sustentabilidad, Quito, Ecuador*) Prof. Alfredo Benavidez Bedoya (*Artística, Buenos Aires, Argentina*) Ing. Daniel Gordano (*Estructural, Buenos Aires, Argentina*) Dr. Roberto Segre (*Histórico-Cultural, Río de Janeiro, Brasil*) Lucía Schiappapietra (*Paisajismo, Buenos Aires, Argentina*)

AUTORA



VERÓNICA
REED

Arquitecta, graduada de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2001). Realizó una Maestría en Edificios de Tecnología Avanzada en la Universidad Politécnica de Madrid (2002) y una Maestría en Ciencias en Diseño, Eficiencia Energética y Arquitectura Bioclimática en la Universidad Estatal de Arizona (2004). Ha enfocado su trabajo de investigación y diseño en el desarrollo y evaluación de arquitectura sostenible, evaluación energética y sistemas pasivos de climatización. Una de sus áreas de mayor interés es la vivienda social y proyectos sociales, conjugando el diseño bioclimático y social en la creación de proyectos que responden a necesidades climáticas, culturales, sociales y económica de diversas comunidades. Actualmente se desempeña en SDS Studio Diseño Sostenible, firma dedicada a arquitectura y diseño de proyectos, consultoría de diseño bioclimático y eficiencia energética. Además, es investigadora asociada del Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR).



veronica.reed@sds-arch.com

LA EXPERIENCIA JAPONESA DE LA ARQUITECTURA AMBIENTAL A TRAVÉS DE LOS TRABAJOS DE BRUNO TAUT Y ANTONIN RAYMOND

THE JAPANESE EXPERIENCE OF ENVIRONMENTAL ARCHITECTURE THROUGH THE WORKS OF BRUNO TAUT AND ANTONIN RAYMOND

ARQ. PHD. JOSÉ MARÍA CABEZA LAINEZ
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ VERDEJO

RESUMEN

Alrededor de 1930 el Movimiento Moderno en arquitectura se extendió a través de Europa y América. El siguiente paso predecible era buscar regiones desprovistas de un sentido claro de procedimientos civiles constructivos. En cierta medida, el trópico fue esa área. Sus autoridades, en búsqueda de organización social o técnicas, dieron la bienvenida a los nuevos sistemas de construcción industriales importados, los cuales aparecían como eficientes y objetivos, en lugar de inventar sus propias formas, por temor a parecer anticuados. Sin embargo, las fábricas modernas provenían de condiciones templadas y el progreso de estos se detuvo por características inesperadas del clima tropical: monzones, temblores y temporales.

En este estudio, los autores esperan contribuir a una reexaminación cuidadosa de los diseños concebidos en Japón para superar esta gran contradicción de la arquitectura moderna y para proveer consejos para el futuro. Se realizó usando métodos de diseño científicamente aceptados, como la simulación por computadora, con medidas debidamente comprobadas en sitio. Para ilustrar, vamos a discutir los trabajos de Bruno Taut y Antonin Raymond quienes subsecuentemente se extendieron a India y Turquía, entre otros países.

PALABRAS CLAVE

arquitectura tropical; parasoles; eco-arquitectura; movimiento de aire; iluminación.

INTRODUCCIÓN

Se ha mencionado que Asia es un continente de contrastes extremos. Esto se ve claramente cuando consideramos la variedad extrema de sus climas, altos macizos continuos cubiertos de nieve son compatibles con veranos abrasadores y usualmente con inviernos secos, seguidos por un grado extremo de humedad en la temporada marcada por monzones. Como en muchas regiones alrededor del mundo, la arquitectura asiática ha evolucionado a través de los años de acuerdo a sus condiciones climáticas. Sin embargo, podemos hacer distinciones importantes entre regiones, por ejemplo en Japón existe una reverencia por el medioambiente, el cual es el concepto principal de la arquitectura sagrada y entonces, a diferencia de otros países, tal característica está reflejada constantemente en templos y en edificios civiles o vernáculos.

ABSTRACT

Around 1930 the Modern Movement in Architecture was widespread throughout Europe and America. The next and predictable step was the search for regions that were on the whole deprived of a firm sense of civil building procedures. To a certain extent, the tropics were such an area. Their authorities, mostly for want of social organization or techniques, welcomed the import of a new industrial system of construction which seemed efficient and unprejudiced, instead of creating their own ways from fear they might be old-fashioned. However, as modern fabrics had stemmed from temperate conditions the progress of these was hindered by unsuspected features of the tropical climate: monsoons, earthquakes and hot spells.

In the present research, the authors hope to contribute to a careful examination of the designs conceived in Japan to overcome this major contradiction of modern architecture and to provide some hints for the future in Asia. This was done by using accepted scientific design methods such as computer simulation, duly tested by virtue of on-site measurements. As eminent illustrations we will discuss the works of Bruno Taut and Antonin Raymond that were subsequently extended to India or Turkey among other countries.

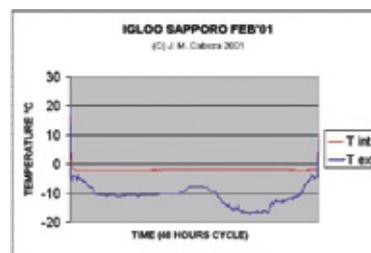


FIG. 1: Las temperaturas adentro de un iglú construido por José. M. Cabeza en el norte de Japón. Notar cómo la temperatura en el exterior alcanza -17.4 °C.

Hay una creencia general apoyada por tradiciones Shintô, que la tierra pertenece a espíritus naturales (kami) y los constructores deben obtener siempre permiso para morar en un lugar. La manera de recibir este favor, es seguir las tradiciones arquitectónicas y observar ceremonias como la tatemae (literalmente, antes de la construcción). Otro ejemplo que testimonia la importancia del medio ambiente para los japoneses, es un capítulo de las crónicas- Kojiki- éste menciona que la diosa sol Amaterasu, durante un período de aislamiento por importantes asuntos internacionales, privó a la tierra de luz. A su llegada, ella otorgó a su hermano el primer emperador Ninigi-no-Mikoto, un espejo sagrado, con



FIG. 2: Un tipo de espejo usado durante la dinastía Tang (China siglo VI) representando animales arquetípicos, los ocho trigramas del Yijing y orientaciones privilegiadas de la astrología china y Feng Shui. Un objeto similar fue ofrecido por los soberanos del sur de China a la mítica Reina Himiko de Japón. (Catálogo del Bogu Tu, del Xuanhe era. Chinois 1114, capítulo 20, página 14, Bibliothèque Nationale de France. Paris).

la siguiente inscripción: "Considera este espejo exactamente como si fuera nuestro espíritu majestuoso, y reveréncialo como si nos estuvieras reverenciando [1]." Hoy día el espejo es apreciado en el santuario Ise como un juramento de alianza entre los humanos y el cielo. (FIG. 2)

En Japón, China, India y otros países, la disposición de los edificios en relación a su entorno, es seguida por una estrategia hábil de equilibrio natural, algunas veces relacionado con la adivinación terrenal como el Feng Shui o Vastu y a la observación de reglas ambientales profundamente arraigadas. Esto conllevaba al uso de materiales naturales y auspiciosos en revestimiento de paredes, techos o pisos y obviamente las características provisiones que tienen que ver con la lluvia, el soleamiento y diferentes amenazas ambientales.

Técnicos europeos modernos tales como Hermann Muthesius, Josiah Conder, Bruno Taut y Antonin Raymond, cuando llegaron a Japón mencionaron estas características como algo únicamente asiático y que valía la pena considerarlas para proyectos arquitectónicos.

Sin embargo, a principio del siglo XX, el imperio japonés parecía ser un territorio ideal para establecer prácticas arquitectónicas modernas. Otros lugares como China o India, excepto por los asentamientos alrededor de puertos



FIG. 3: El estudio de Antonin Raymond en Karuizawa (Japón), una adaptación vernácula extraordinaria del proyecto de Le Corbusier, casa Errázuriz, en Chile. An Autobiography, p. 131.

comerciales, continuaban cerrados a los extranjeros o se descartaron por razones sociales y políticas.

Como era de esperar, en ese momento Japón se abrió nuevamente al mundo después de un largo período de aislamiento auto impuesto, conocido como Sakoku y muchas características ambientales sobresalientes de su larga historia de construcción, fueron pronto reemplazadas por una histeria modernizante.

No obstante, los arquitectos bien informados que mencionamos se dieron cuenta del potencial que tenían las soluciones de diseño tradicionales en el ámbito contemporáneo. Un esfuerzo vigoroso fue realizado por su parte para revitalizar los elementos tales como shoji, engawa, amago o ranma. (FIG. 3)

El Shoji por ejemplo es un enrejado de madera, cubierto con hojas de papel, relativamente impermeable y resistente al viento, que funciona como una especie de puerta y ventana corrediza, permitiendo la ventilación. (FIGS. 4 Y 5)

El Shoji no es transparente; nuestras mediciones indican que su transmisión tiene un rango desde 0.5 a 0.6 dependiendo del tiempo y condiciones climáticas. Entonces, ayuda a prevenir vistas no deseadas, pero a la vez, propiamente la luz, es difundida. Como no es vidrioso, el efecto invernadero asociado con la radiación solar, es mantenido en niveles bajos.

LA ESTANCIA JAPONESA DE BRUNO TAUT

Un resurgimiento de la arquitectura



FIG. 4: Una vista típica de Shoji (Foto: José M. Cabeza)



FIG. 5: Evening by Uemura Shoei (Fragment 1941). En el crepúsculo, una mujer abre el shoji para poder tener suficiente luz para coser. Penelope Mason. History of Japanese Art. page 374.

tradicional fue promovida por Bruno Taut, un refugiado político en Japón, desde 1933-1936, quien inmediatamente admitió que "los japoneses modernos tienen en sus casas un punto correcto; la casa tradicional japonesa ya no puede ser habitada por los japoneses actuales...las personas que se sientan en sillas y mesas, ya no van a estar agachadas bajo un kotatsu, usando varias capas de kimono o permanecer temblando de frío mientras que los vientos fríos del invierno atraviesan el traqueteo del shoji.

Taut proclamó que la época lluviosa en Japón, considerada por muchos como "la época más peligrosa", el aire se satura con agua, no en forma fría sino pesada y bochornosa. Agregó que "que yo sepa, no hay un Japón con nuevas escuelas, universidades o edificios de oficinas construidas, públicas o privadas, que demuestren el más mínimo rastro que el clima japonés ha sido considerado en ellos. Todo los edificios de oficina tienen las ventanas cerradas durante la lluvia más fuerte del monzón, y a través del edificio

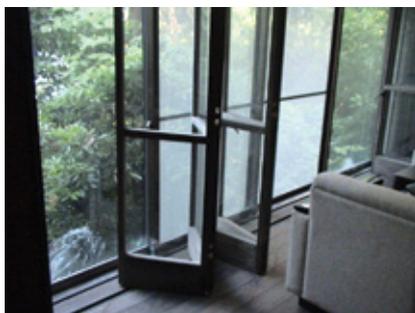


FIG. 6 Ventanas concebidas como pantallas plegables diseñadas por Bruno Taut en Casa Hyuga, Atami (Japan). (Foto: Jose M. Cabeza).

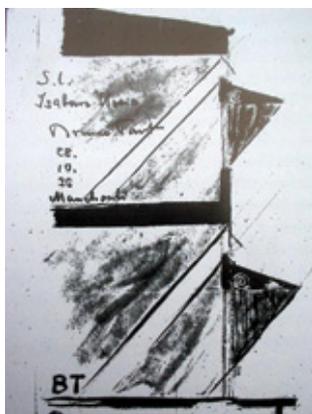


FIG. 7: Boceto de una sección de la Villa Okura en Tokio. Nótese que los dibujos de los rayos de sol y sombra, hechos por Bruno Taut son un caso de persianas venecianas. (Imagen del artículo: *New Japan what its Architecture should be*. Publicado en: *Japan in Pictures Vol IV*, N° 11; Noviembre 1936).

público, no hay brisa que atraviesa, los teatros de las universidades, que no tienen aberturas, tienen su parte más larga hacia el oeste, donde el sol de la tarde afecta con un calor persistente y duradero cuando el profesor y los estudiantes están empapados de sudor y etc." [2]

Consecuentemente Taut se dedicó a la tarea de encontrar un lenguaje para los elementos climáticos de la casa japonesa, especialmente en los aspectos de ventilación, control solar y de luz (FIG. 6). En su libro "Houses and People of Japan", 1936, Taut afirma: "Después de todo no puede ser terriblemente difícil encontrar un arreglo simultáneamente para techos sombreados y proporcionar luz para los cuartos internos. Sólomente necesita ubicar un hilera de ventanas en la precinta (fore roof). La luz puede ser fácilmente regulada por persianas.

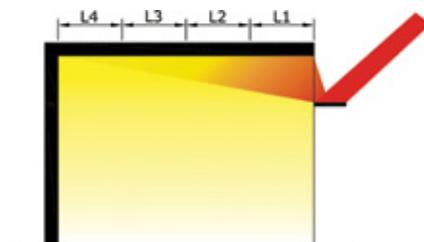


FIG. 8: Sección típica usada como un modelo para la simulación del boceto de Taut para la Casa Okura en Tokyo

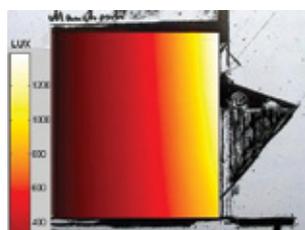


FIG. 9: Distribución seccional de la luz del día para verano en la Villa Okura. Valores en lux.



FIG. 10: Distribución seccional de luz del día para invierno en la Villa Okura. Valores en lux.

De esta misma manera, se puede tener ventilación durante el día y aire fresco en la noche. No habría necesidad de encerrarse en una caja por miedo a los ladrones!" [3]

Este proceso de pensamiento culminó con sus bocetos de fachadas para Villa Okura en Tokio, donde incorporó noki y engawa, con una especie de estante de luz (Light-shelf) con el propósito de asegurar ventilación durante los períodos lluviosos. (FIG. 7) Taut empezó como profesor de diseño industrial en Japón y sus modelos de lámparas y muebles se vendieron en la tienda Miratiss en Tokio. Él estaba convencido que la iluminación en la mesa en una casa japonesa tradicional, diseñada para vivir y trabajar en el mismo piso tatami, era inadecuada. Entonces su sección con un incremento de tamaño y triforio contribuyó a remediar esta gran



FIG. 11 Uno de los últimos trabajos de Bruno Taut para una secundaria en Izmir (Turquia), con proyecciones y ventanas triforios en la fachada sur. Foto: Kurt Junghanns. Bruno Taut 1880-1938. Berlin 1971. Fig. 318.

desventaja, impulsando la producción de sillas y muebles de estilo europeo, una curiosidad en aquel tiempo en Japón

Hemos simulado con nuestro programa de cómputo [4] esta sección en invierno y en verano para evaluar su rendimiento (FIGS. 8, 9 Y 10) y hemos encontrado que probablemente los niveles de iluminación aumentarían comparados con la fachada tradicional cuando hay sol.

Sin embargo, bajo un cielo nublado el nivel de luz es muy bajo y el efecto buscado por Taut puede que no se hubiera logrado. Incluso, él mantuvo esta sección en algunos de sus proyectos póstumos de 1938, para edificios escolares en Turquía (Ankara, Trabzon and Izmir, FIG. 11).

LA OBRA ARQUITECTÓNICA DE ANTONIN RAYMOND.

Otro arquitecto importante que enfrentó grandes dificultades para preservar la liviandad japonesa en sus proyectos, era el checo-americano Antonin Raymond. Junto con su esposa, la artista Noemi Pernesi, establecieron una firma en Japón, en 1920, que duró hasta 1970.



FIG. 12: Un trabajo representativo por Raymond, la casa para F. Inoue en Takasaki (Gumma Prefecture) con shoji y marco de madera expuesta. *The Japan Architect* 33, primavera 1999, página 63.

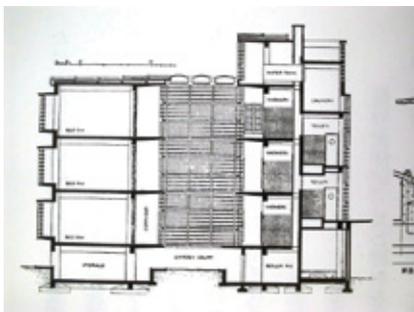


FIG. 13: Sección sur-norte del Ashram para Sri Aurobindo Pondicherry (India) Hiroshi Misawa. *La Arquitectura de Antonin Raymond*, p. 85.

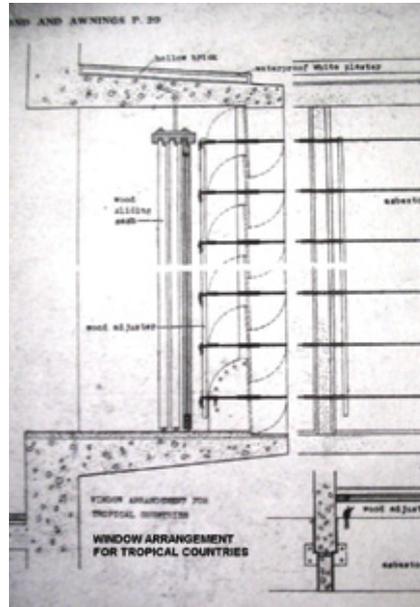


FIG. 14: Detalle del sistema de madera para la rotación de persiana en la fachada. Antonin Raymond. *Detalles Arquitectónicos*, p. 29.

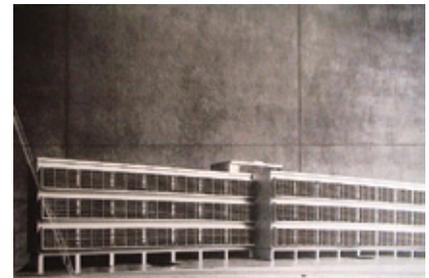


FIG. 15: Un modelo producido en Japón para el Edificio Ashram. *The Works of Kunio Maekawa*, p. 69.

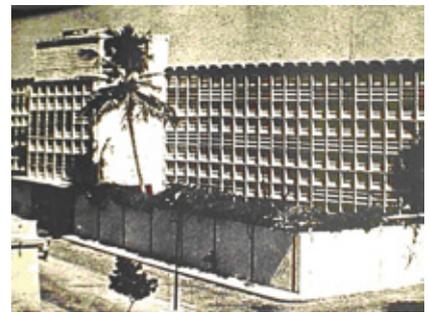


FIG. 16: Vista al norte de los dormitorios en Ashram de Sri Aurobindo. Pondicherry, India. Notar que la fachada está cubierta por persianas hecho de fibra mineral.

Como es el caso de Bruno Taut, a quien aparentemente nunca conocieron los Raymond, siempre estuvieron preocupados en el uso de materiales nuevos adaptados al clima japonés. De hecho, esta fue la mayor fuente de problemas en su asociación con Frank Lloyd Wright para el Hotel Imperial en Tokio [5]. Antonin Raymond extrajo muchas lecciones para sus proyectos de las soluciones tradicionales, que él conocía muy bien, resultado de los viajes frecuentes y exploraciones del campo japonés y también en China antes de la Guerra del Pacífico. Él estuvo particularmente preocupado con la ventilación y luz solar.

En sus libros en 1938, Raymond argumentó que: "El primer principio que toda buena arquitectura nos enseña a considerar, el conocimiento de las condiciones locales como un factor básico de dónde empezar, y también de permitir a la estructura tomar la forma más lógica dictada por las condiciones locales. Flores y animales difieren en diferentes climas." [5] Pero su genio no quedó restringido sólo a Japón. En 1937, forzado por el poder militar, se fue de Tokio aunque temporalmente,

y pudo construir un conjunto en Pondicherry (India), el Ashram para el gurú Aurobindo. Aquí en dos cuadros de dormitorios altos para sus discípulos (FIG. 16), el moderno brise-soleil aparece en toda su magnitud. El dibujo de Raymond explica concisamente que esta fachada es un "arreglo de ventana para países tropicales" [6] (FIG. 14).

Influenciado por sus experiencias intensas en Japón, China y después en Angkor Thom en Camboya (FIG. 25), [7] Raymond se dió cuenta de la importancia de la sombra y luz reflejada en Asia y entonces adoptó las propiedades de "espejos" horizontales y barandas de piedra a edificios de varios pisos de altura. El rendimiento de tal sistema era satisfactorio cuando fue comparado con una ventana convencional. (FIG. 18).

Este proyecto fue diseñado en Japón (FIG. 15) con la distinguida participación del arquitecto Kunio Markawa, un discípulo anterior de Le Corbusier. No obstante, Antonin Raymond, asistido por François Sammer y George Nakashima se desviaron de sus planes originales y decidieron cubrir el edificio con bóvedas

de concreto prefabricado, para proveer un techo ventilado. La fachada estaba exclusivamente compuesta de persianas horizontales grandes que realzan la ventilación cruzada y a través de sus cambios en textura, suaviza el tejido moderno mostrado en dos volúmenes del conjunto. (FIG. 13)

Piedra de las minas locales y un acento de madera evocaba un sentimiento de calidez e intimidad que iba mas allá que los códigos rígidos de materiales industriales y concreto crudo que prevalecía en los edificios modernos tardíos en Chandigarh y Ahmadabad (especialmente en los de Le Corbusier) (FIG. 17).

El arquitecto norteamericano Benjamín Polk trabajó extensivamente en India, desde 1952 a 1964, reconoció que "El brise-soleil, sistema de protección solar, viene como una extensión de la columna y dintel de la naturaleza del marco estructural de concreto. Reemplaza la dust-collecting- albañería de pantallas permeables que han llegado a ser como un "fustán" encima de los edificios tropicales en nombre de la arquitectura moderna." [8]

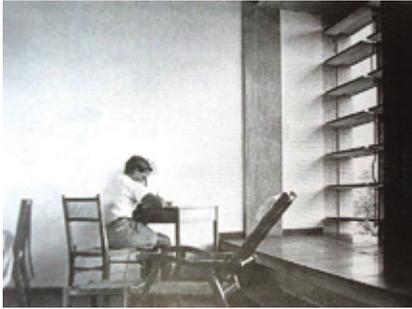


FIG. 17: El brise soleil desde el interior de los cuartos orientado hacia el sur, Hiroshi Misawa. *The Architecture of Antonin Raymond*. Pág 84.



FIG. 19: Vista desde el sur del Jardín Ryōanji en Kioto. Notar las piedras aparentemente sumergidas en cascajo y las paredes circundantes y árboles (Foto: José M. Cabeza).



FIG. 20: Los aleros orientados al sur del templo en Ryōanji con vigas de color claro de madera.

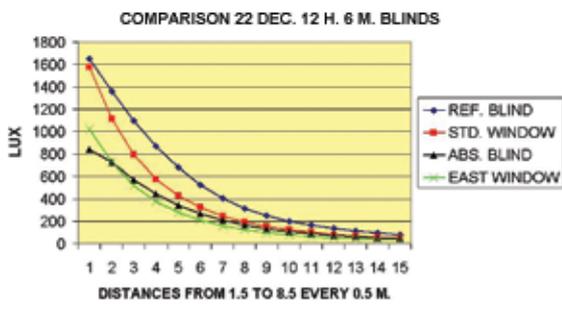


FIG. 18: Simulación del efecto de persianas de diferentes colores en el proyecto de Raymond, comparado con un cuarto sin persianas orientado hacia el sur y al este.

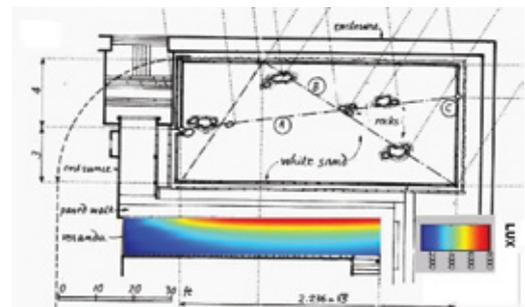


FIG. 21: Campo de radiación debajo del techo del templo de Ryōanji arrojando un valor promedio de 5,000 lux.

UN ORIGEN JAPONÉS PARA REFLECTORES DE LUZ

Ambos, Taut y Raymond admiraron la sencillez y limpieza de los jardines Zen. Estos jardines son conocidos como Karesansui que son espacios vacíos tratados como una laguna, llena de piedras y cascajo, que generalmente se ubica enfrente del pasillo primario de un templo. Su meta principal es de asistir en la meditación Zen, ayudando a la mente a concentrarse. No vamos a discutir sus propiedades estéticas ni espirituales, pero hemos observado que este tipo de jardín es orientado inevitablemente al sur y el color de la arena empleado para decorar es siempre blanca o clara.

Hemos aplicado nuestro método de simulación a este compuesto especial de superficies reflexivas y escogió el famoso recinto de Ryoanji en Kyoto, hecho de arena rastrillada con una disposición con 15 piedras. (FIG.19)

En un templo, los aleros orientados al sur, reciben radiación reflejada de la arena blanca de cuarzo. Este material es muy poroso y, consecuentemente,

no calentaría tanto como otros materiales. Los valores en verano de aproximadamente 8,000 lux han sido medidos en la parte inferior de un techo de madera. (FIG.20)

Hemos conducido nuestra simulación para un día típico de verano considerando intensidades de hasta 100,000 lux en un plano horizontal [4]. Los resultados (FIG.21) se acercan a las mediciones tomadas in situ.

Esta simulación demuestra que el diseño de Karesansui mejora la luz de día al interior del templo; el color y la orientación de la superficie no son casuales, como los jardines con otras orientaciones, están cubiertos con musgo de bajo albedo. Por lo tanto, la inclinación del techo refuerza el efecto de luz transmitido al altar principal, el cual también está compuesto de materiales reflexivos como espejos y hojas de oro.

Los jardines de este tipo tal vez constituyen el primer estante de luz en la historia. Surgen de la necesidad espiritual de la "Iluminación" (satori), pero también realza la iluminación

física del espacio y puede ser la única forma, en clima cercano al trópico, donde otro tipo de disposición pueda reforzar la luz; como un tragaluz no sería práctico por las lluvias fuertes y las altitudes solares altas. Lo que es más, este sistema de reflexión ayuda a reducir las limitaciones del shoji que se describió previamente.

Los trabajos de Karesansui trabajan igualmente bien en invierno y es de hecho un "lugar sagrado" porque el mantenimiento es difícil y costoso, en medio de la vegetación exuberante de los bosques japoneses. Otro nombre para Karesansui es Saniwa (jardín de arena) una vieja denominación de adivinadora en el Era Hejan. Entonces, su nombre sugiere que importantes ceremonias privadas podían estar ahí desde tiempos remotos. Los intentos tímidos diseñados por arquitectos japoneses en encontrar un sistema alternativo de iluminación representado por ejemplo en el Memorial de Meiji Gaian (Galería Imperial de Fotos, FIGS. 22 y 23) por Riki Sano, demostraron ser poco prácticos por las razones ya mencionadas.



FIG. 22: Fachada principal de Meiji Gaien Memorial en Tokio. Arch. R. Sano (Foto: José M. Cabeza).



FIG. 23: El tragaluz de la bóveda de la Galería de Fotos en Meiji Gaien por R Sano. Notar el efecto tenue de la luz en abril (Foto por: José M. Cabeza).



FIG. 24: El Ministerio de Educación y Salud en Río de Janeiro. Arq Lúcio Costa. Foto: Nelson Kon

Es entonces comprensible que los arquitectos europeos modernos podían rechazar tal sistema de conexión ambiental y reemplazarlo con fuentes japonesas como Saniwa o Karesansui.

En varias partes del mundo, experiencias independientes de los mismos asuntos fueron realizadas al final de los 30. El sureste de Asia fue uno de ellos. Como hemos visto, en la remota colonia francesa de Pondicherry (Tamil Nadu), el edificio conocido como Sri Aurobindo Ashram marcó un hito.

Aunque este proyecto simple y no asumido, sirvió como un contrapunto importante al debate moderno, pasó casi desapercibido entre el exceso de realizaciones presenciado por el país. Entonces el Sri Aurobindo Ashram, diseñado por Raymond en 1936, era la única excepción del trabajo seminal fuera de la región de Chandigarh, India, que llegó a ser una respuesta moderna única y sobresaliente a la arquitectura tropical.

El edificio guarda similitudes importantes con el proyecto para el Ministerio de Educación en Río de Janeiro, por Lúcio Costa, inspirado por Le Corbusier, y a este asunto hemos dedicado otro artículo. [9]

Aunque es probable que las ideas de Le Corbusier han podido ser de influencia en la concepción de proyectos para ambos Pondicherry y Río de Janeiro (FIG.24). Podemos resumir estas diferencias en mencionar que el edificio de Raymond no fue meramente racionalista sino arraigado en las tradiciones arquitectónicas de Asia, mientras que a la vez considera las

condiciones climáticas locales.

Los proyectos presentados por Taut y Raymond ayudaron a aliviar los sentimientos de preocupación iniciales de los arquitectos involucrados en el Movimiento Moderno para resolver los asuntos ambientales, esto es el resultado de la falta de compromiso ofrecido por la arquitectura estandarizada en muchos lugares.

Lo mismo declaró Kunio Maekawa, un miembro fiel del estudio de Le Corbusier y Raymond: "Aunque Le Corbusier manifestó que la arquitectura moderna es una arquitectura racionalista, después de todas mis experiencias, siento que he visto el límite de tal arquitectura y me di cuenta que no vale la pena su continuación." [10]

CONCLUSIONES:

La arquitectura tradicional japonesa es única y verdaderamente ambiental, fue así como los arquitectos modernos cuyas carreras se desarrollaron en este ámbito, manejaban con sensibilidad natural el clima y atmósfera local que abiertamente desafiaba los postulados del llamado Estilo Internacional.

Esta inclinación se automanifiesta en muchas obras olvidadas de arquitectos oscurecidos por las Guerras del Pacífico y europeas, los cuales claramente precedieron a los movimientos regionalistas en arquitectura.

En este sentido, ambos Taut y Raymond entre otros, pueden ser considerados como pioneros de la arquitectura ambiental.

Siguiendo sus teorías y ejemplos, nos hemos esforzado en demostrar, con la



ayuda de herramientas de simulación contemporánea, la efitrabajo, ciencia de las soluciones que inspiraron su trabajo y que aún continúan ejerciendo una ciencia de las soluciones que inspiraron su influencia positiva sobre diseñadores de todo el mundo, para quienes formulen preguntas sobre el medioambiente con ojos inocentes y contemplativos.

Para demostrar una vez más la importancia de la naturaleza como una fuente ilimitada de expresión en la mente oriental, nos gustaría ilustrar el ejemplo de un carácter chino-japonés poco común, que describe el sol, la luna y un objeto que asemeja a un espejo; esto generalmente se traduce como "Alianza" (Chino Meng, Japonés Mei), sugiriendo una unión duradera con la naturaleza.

Siguiendo a su paisano el novelista Tanizak, el filósofo japonés Watsuji advirtió en 1929: "Ni el clima puede estar separado de la historia ni la historia estar separada del clima." [11, 12]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *The Kojiki (Old Chronicles of Japan)*, translated by Chamberlain. (1981) Tuttle Books, 130
- [2] Taut, B. (2003) *Ich Liebe die Japanische Kultur*. Gebr. Mann Verlag, 165-167
- [3] Taut, B. (1936) *Houses and People of Japan (German Edition)*. Sanseido, 259
- [4] Cabeza-Lainez, J. M. (2006) *Fundamentals of Luminous Radiative Transfer*. Crowley Editions
- [5] Raymond, A. (1973). *An Autobiography*. Tuttle Books, 155
- [6] Misawa, H. (2005) *Antonin Raymond Architectural Details. (In Japanese)*, 1197) Misawa, H. (1998)
- [7] *Antonin Raymond no Kenchiku. (In Japanese)*, 84
- [8] Polk, B. (1993) *Building for South Asia. An Architectural Biography*. Shakti Malik, 28
- [9] Almodovar-Melendo, J. M., Cabeza-Lainez, J. M., Jimenez-Verdejo, J. R. (2006) *Lighting performance of Le Corbusier's Brise-Soleil at the Ministry of Education in Rio*. Architectural Institute of Japan. (Under Review)
- [10] *The works of Kunio Maekawa.*(2006), 272.
- [11] Watsuji, T. (1979) *Fūdo. Climate and Culture (in Japanese)*, 17 .
- [12] Tanizaki, J. (1977) *In Praise of Shadows*. Leete's Island Books. Stony Creek.

AUTOR



JOSÉ MARÍA
CABEZA LAINEZ

Profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla y de la Universidad de Japón, experto en Tsunamis. Director del Grupo de Investigación Composición, Arquitectura y Medio Ambiente (CARMA), el cual ha diseñado un modelo susceptible de programación informática que permite conocer cuál es la radiación solar distribuida en el interior de un edificio o en un espacio urbano ubicado en cualquier zona del mundo. Ha trabajado como consultor medioambiental de diversos proyectos de investigación en España y en Japón. Ha realizado múltiples publicaciones científicas.



wrzescz@gmail.com

DISEÑO INTEGRAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA: EDIFICIO FEDERAL DE SAN FRANCISCO

HOLISTIC DESIGN AND ENERGY EFFICIENCY: SAN FRANCISCO FEDERAL BUILDING

ARQ. GABRIELA ZAPATA POVEDA

RESUMEN

La situación energética y medio ambiental contemporánea demanda que las prácticas arquitectónicas se basen en procesos integrales que consideren las diferentes dinámicas entre los componentes y sistemas de las edificaciones con el objetivo de proponer proyectos energéticamente eficientes. Los criterios de desempeño deben basarse en las particularidades, potencialidades y limitaciones del proyecto. Los avances tecnológicos y la ciencia permiten posibilidades de innovación que responden coherentemente a los desafíos ambientales y energéticos actuales. El presente artículo expone el caso del Edificio Federal de la Corte de Justicia de San Francisco diseñado por Tom Mayne, líder de la firma arquitectónica Morphosis y ganador del premio Pritzker de Arquitectura. El proceso de diseño, los objetivos y las estrategias de diseño energético empleados hacen de este edificio un proyecto relevante por su creatividad y por la influencia que ha tenido sobre la investigación actual en áreas de física construida, tecnología de construcción, simulación, entre otros. El enfoque holístico permitió disminuir significativamente el consumo de energía y lograr ahorros substanciales.

INTRODUCCIÓN

La compleja situación ambiental actual amerita la evaluación del impacto del medio construido sobre el medio ambiente; principalmente en ámbitos que demandan una urgente atención como el consumo energético. Se estima que los edificios consumen aproximadamente el 40% de la energía generada a nivel mundial durante su ciclo de vida (Departamento de Energía de Estados Unidos, DOE 2008). Se reconoce la importancia de analizar las etapas del ciclo de vida de la edificación para promover prácticas más sustentables y eficientes enfocadas en el desempeño e incluso articuladas con políticas de reducción de consumo energético. La formulación de regulaciones energéticas en la planta edificada es fundamental para establecer referencias en cuanto al desempeño de las edificaciones, calibración, comparación y control de consumo de energía. La normativa actúa como mecanismo para incentivar y exigir a que los profesionales de la construcción, arquitectos, diseñadores, ingenieros diseñen, trabajen, construyan y promuevan edificios que consuman menos energía.

La eficiencia energética requiere que el edificio sea evaluado como un todo. Implica incorporar criterios integrados de funcionamiento del edificio en relación al

PALABRAS CLAVE

Eficiencia energética, enfoque holístico, diseño integral, sistema ingeniería avanzada

ABSTRACT

The energy and environmental situation demands that contemporary architectural practices based on integrated processes to consider the different dynamics between the components and systems for buildings with the aim of proposing energy-efficient projects. Performance criteria should be based on the specific characteristics, strengths and limitations of the project. Technological advances and science allow opportunities for innovation that respond coherently to the current energy and environmental challenges. This paper presents the case of the Federal Building in the Court of Justice in San Francisco designed by Tom Mayne, head of the architectural firm Morphosis and winner of the Pritzker Architecture Prize. The design process, objectives and strategies employed energy design make this building an important project for its creativity and the influence it has had on current research in areas of physics built, construction technology, simulation, among others. The holistic approach allowed to significantly reduce energy consumption and achieve substantial savings.

clima, tipo de uso, construcción, patrón de ocupación y otros factores. En general, en las estrategias de diseño energético se emplean modelos y simulaciones para efectuar el análisis de los criterios de diseño. Se consideran diferentes aspectos climáticos, componentes e instalaciones del edificio a analizar, sus dinámicas e interrelaciones. Para que un edificio sea eficiente desde el punto de vista energético, es importante que se tomen decisiones adecuadas desde las primeras etapas de diseño, las cuales deben estar respaldadas por principios y criterios claros, sólidos y transparentes basados en el entendimiento de física edificatoria, técnica arquitectónica y medio físico. Se requiere de un proceso de diseño holístico para que los elementos, componentes y sistemas propuestos en el proyecto contribuyan al menor consumo de energía. Aspectos como volumetría, orientación, elección de materiales, propiedades de la envolvente del edificio, sistemas de ventilación, estrategias pasivas y uso de energía renovable deben ser evaluados durante la concepción y desarrollo del proyecto para determinar su impacto en el producto final. El diseño integral implica un énfasis especial en que las alternativas, decisiones y resultado sean la consecuencia lógica de una combinación coherente de diferentes estrategias conducentes a disminuir el consumo



FIG. 1: Vista general del Edificio Federal de San Francisco.

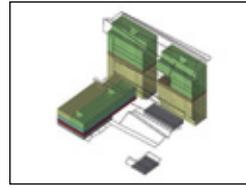


FIG. 2: Estudio conceptual de la volumetría y relación entre volúmenes.

de energía. Es necesario reducir el desperdicio innecesario de recursos. Por ejemplo, si un edificio usa paneles solares para generar un porcentaje de la energía demandada y por otro lado, no aprovecha el potencial de ventilación natural sino que opta injustificadamente por sistemas mecánicos; está creando una demanda innecesaria de energía por el uso de aire acondicionado. En este caso no hay un enfoque integral de eficiencia energética. Una estrategia positiva (uso renovable) es opacada por otra negativa (uso irracional de aire acondicionado).

Las edificaciones implican la sinergia e interacción de diferentes componentes. Como sistemas complejos, los edificios solamente pueden ser entendidos cuando son analizados desde diferentes niveles; relación edificio-escala global (impacto ecosistema, urbano vs rural, recursos disponibles...) edificio-emplazamiento (microclima, condicionantes de sitio, orientación...), edificio-usuario (necesidades espaciales, constructivas, calidad de ambiente interior...). Las edificaciones no pueden ser consideradas como la simple suma de elementos superpuestos. Desde el punto de vista holístico, aspectos como la orientación, volumetría, envolvente, zonificación, no pueden ser definidos desde el aislamiento sin reflexionar sobre el cómo un factor influye sobre el desempeño del todo. La simple adición de componentes sin el uso de criterios integrales impide el uso óptimo de recursos.

NUEVA ARQUITECTURA

Las prácticas arquitectónicas están experimentando un cambio de paradigma. La antigua visión mecánica en la cual los edificios eran considerados como mecanismos gigantes conformados por piezas tipo maquinaria industrial está siendo reemplazada por nuevos conceptos. El discurso ecológico está cambiando el modo cómo las prácticas arquitectónicas son concebidas. Las dinámicas entre sistemas naturales y artificiales proporcionan múltiples oportunidades de innovación para dar respuesta a los desafíos medio ambientales. Las nuevas tecnologías y aplicaciones forman parte importante de este cambio de paradigma pues permiten crear soluciones nuevas y evaluar estrategias de modo integral y completo que optimicen el uso de recursos y por ende sean más benignas con el medio ambiente.

Uno de los ejemplos más relevantes en cuanto a diseño integral es el Edificio Federal de San Francisco (SFO), certificado como LEED etiqueta Plata. El diseño fue guiado por objetivos cuantificables que fueron evaluados en términos de desempeño a mediano y largo plazo; yendo más allá del usual criterio "primer costo de inversión". La solución se basa en identificar las necesidades, uso y forma de funcionamiento del edificio para determinar estrategias que optimicen el uso de recursos basados en las potencialidades y limitaciones del proyecto. El análisis

integral de las potencialidades y limitaciones debido a las condicionantes, la metodología de diseño, la incorporación de principios coherentes y justificados de desempeño permitieron reducir USD \$7.5 millones del costo durante la fase de construcción y se estima un ahorro adicional de aproximadamente USD\$ 9 millones en los primeros veinte años de ocupación del edificio.

El Edificio Federal SFO, es una Corte de Justicia diseñada por Tom Mayne, líder de la firma arquitectónica Morphosis. Fue contratado por la Administración de Servicios Generales de Estados Unidos (GSA) y concebido como una respuesta de alto desempeño a las necesidades funcionales del cliente. Es una clara muestra tecnológica donde las consideraciones medio ambientales guiaron el proceso de diseño y construcción. La importancia de este edificio radica en el impacto que ha tenido en la investigación actual en campos como ciencia de la construcción, arquitectura, tecnología, simulación y modelación de información de edificios.

La complejidad del programa, las consideraciones de los aspectos ecológicos y el enfoque multidisciplinario fueron aspectos importantes en el proceso de diseño. Producto de un gran proceso colaborativo de diseño, la volumetría, estructura, orientación y diseño en general se integran completamente para lograr objetivos de diseño ecoeficiente.

El equipo estuvo compuesto por múltiples profesionales y consultores que combinaron esfuerzos para crear un edificio ecológico coherente. Entre los integrantes del equipo se destacan Morphosis, Ove Arup y Asociados, Grupo Smith, Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, Diseño de Iluminación Horton Lees Brogden, Thorburn Asociados.

El edificio SFO es una torre de 18 pisos con una altura aproximada de 75 metros. El programa funcional requirió consideraciones especiales debido al uso del edificio (Corte Federal de Justicia). Dadas las actividades que se desarrollan en un edificio de justicia, la circulación y los niveles de seguridad determinaron la zonificación, relación de espacios y ubicación de diferentes áreas dentro de un programa complejo, restringido y muy estricto.

El edificio se divide en dos volúmenes: una torre para el uso exclusivo de tribunales y otra torre de 18 pisos con espacios complementarios, administrativos y oficinas. Los 5 primeros pisos usan ventilación mecánica mientras que los 13 pisos superiores emplean un sistema mixto de ventilación que combina el uso del aire acondicionado con ventilación natural.

INGENIERÍA AVANZADA Y DISEÑO EFICIENTE

El equipo de diseño identificó como objetivos de diseño del edificio el crear un proyecto que sea limpio y energéticamente eficiente como respuesta a la demanda

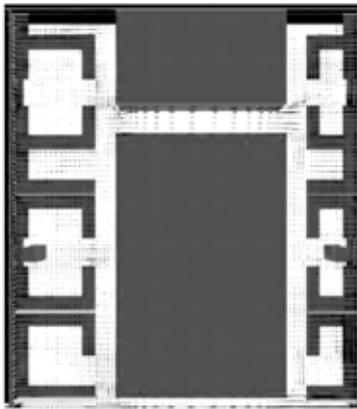


FIG.3: *Análisis CFD de flujo de viento dentro de la torre, zonificación perímetro-interior.*

de edificios “verdes” o “sustentables”, que provea espacios adecuados, sanos, productivos y confortables para los usuarios y que se conecte con la comunidad circundante.

Los objetivos de sostenibilidad establecidos en la etapa de diseño se enfocaron en la creación de un edificio de gran eficiencia energética con ambiente interior adecuado. Las estrategias empleadas para lograr dichos objetivos incluyeron el uso de ventilación natural, luz natural, reducción de la energía usada en la extracción de materiales, consideraciones de sitio, orientación y volumetría del edificio.

Los sistemas de ingeniería avanzada que se usaron para garantizar un adecuado ambiente interior requirieron la integración de tecnologías y sistemas inteligentes de última generación. La eco-tecnología se convirtió en el lenguaje arquitectónico de la innovación. La primera consideración del proceso fue identificar los medios apropiados de lograr un alto desempeño de un modo eficiente dado el potencial del proyecto.

Tom Mayne, al ser entrevistado acerca de este proyecto, indica que:

“El diseño es la manifestación de las fuerzas que lo impulsan... cuando explico el Edificio San Francisco puedo hablar en términos de desempeño... Dentro de los términos artístico, estético y subjetivo se puede conectar el desempeño medible con la estética. Se puede tener cualquier opinión respecto al edificio, pero hay que entender su relación con su propósito y sus aspectos ecológicos, culturales y políticos. Nosotros superamos algunos prejuicios anti-modernos para poder lograr los criterios. Si un edificio luce “verde” es irrelevante. Lo que importa es la cantidad de BTUs y CO₂ por metro cuadrado.”

El Edificio Federal SFO es el resultado de la comprensión de las condicionantes y del estudio minucioso del lugar y del emplazamiento. El clima de SFO permite el uso de ventilación natural para lograr un ambiente interior adecuado y confortable. Luego de revisar las regulaciones

urbanas del desarrollo futuro del entorno, se determinó que en dicho distrito no se permitirán construcciones o modificaciones mayores en la silueta urbana; por lo tanto, el equipo asumió que la dirección del viento del emplazamiento no cambiaría significativamente. Basados en este escenario razonable, la información climática fue analizada para establecer el potencial de ventilación natural. Los resultados sugirieron la volumetría y orientación más deseable para mejorar el flujo interno del viento. Se decidió el uso de una planta angosta con espacios interiores que usen aire acondicionado y un perímetro de áreas ventiladas pasivamente.

Los códigos constructivos solamente permitieron el uso de ventilación mixta en este proyecto; es decir que ciertas áreas del edificio son naturalmente ventiladas mientras otras emplean sistemas mecánicos. Los espacios cuyos usos exigen mayor control de las condiciones ambientales fueron localizados en el centro para que sean ventilados usando Volumen Variable de Aire (Variable air volume - VAV). El perímetro del edificio utiliza ventilación natural. La estrategia de ventilación resultó en una reducción del 33% de la energía operacional y las emisiones de CO₂ correspondientes, comparado con edificios de oficina similares diseñados para satisfacer el Código Energético de California Título 24, uno de los más exigentes de Estados Unidos.

El equipo prestó especial atención al diseño de la fachada como elemento clave en la estrategia de ventilación. La envolvente fue concebida como la piel del edificio que vincula y separa al mismo tiempo el interior del exterior (edificio-clima). La fachada fue dividida en paneles cuyo diseño responde a diferentes escenarios de ventilación (Carrilho da Graca y Linden, 2003) Los paneles de las ventanas de cada piso están subdivididos en cinco tipos de elementos: fijos, automáticos, manuales (controlados por los usuarios), radiador para calefacción y persiana. Este diseño fue respaldado por estudios avanzados de simulación de dinámica de fluidos computarizada Computer Fluid Dynamics (CFD) y otros análisis usando software de simulación (Carrilho da Graca et al, 2003).

Los sistemas de automatización del edificio (Building Automation Systems-BAS) optimizan el desempeño energético del edificio (Mc Conahey et al, 2002). BAS monitorea todos los sistemas mecánicos y la iluminación. Hay una microestación climática en la terraza del edificio que hace lecturas reales del clima y que, dependiendo de las condiciones climáticas del momento, programa mediante algoritmos de control al BAS para que abra y cierre automáticamente los diferentes dispositivos de la fachada en tiempo real. En la noche, las ventanas son programadas para abrirse y permitir la eliminación del calor producido de las ganancias térmicas de la mañana y tarde. Durante el día, la masa térmica de los elementos de concreto, paredes, cielos rasos permiten condiciones térmicas interiores adecuadas para los usuarios (Haves et al, 2003).

El uso de ventilación natural requiere atención especial debido a la complejidad del control del viento para proveer condiciones adecuadas y satisfacer los requerimientos

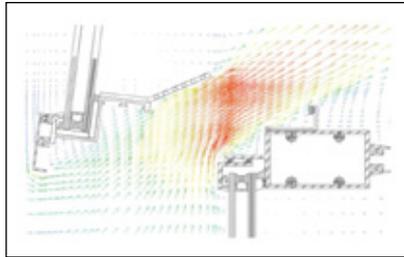


FIG. 4: Estudio detallado del flujo del viento para el diseño de dispositivos de control de ventanas.



FIG. 5: Vista interior de espacio de oficina naturalmente ventilado. Las ventanas son divididas en paneles para controlar las condiciones de ventilación.

de códigos constructivos y estándares obligatorios como ASHRAE confort térmico, ventilación, código de seguridad contra incendios. Para cumplir con estos requisitos y exceder las exigencias, el equipo evaluó diferentes alternativas antes de elegir la más recomendable. La evaluación se basó en estudios de simulación para validar y sustentar las decisiones. El criterio bioclimático y ecológico se apoyó en tareas de ingeniería y tecnología arquitectónica para informar y orientar el diseño. Es importante recalcar que la estrategia de ventilación empleada en este edificio comprende el diseño integrado de fachada, estructura, cielos rasos, envolvente, orientación, altura de entrepiso. También determinó las decisiones relacionadas a elección de materiales con propiedades térmicas adecuadas y la forma de diferentes componentes del edificio y su volumetría en general.

El aprovechamiento de luz natural permitió la reducción de consumo energético asociado al uso de iluminación artificial en un 26 por ciento en relación a los valores promedios para este tipo de edificios. Para evitar la ganancia solar, pantallas protectoras fueron ubicadas estratégicamente. Estas pantallas también son controladas en tiempo real por BAS dependiendo de las condiciones climáticas. En la fachada sur, el exceso de ganancia térmica es disipada con el uso de una pantalla perforada que bloquea el 50 por ciento de la radiación solar. La fachada norte está cubierta con persianas verticales que controlan las ganancias térmicas por radiación solar.



FIG. 6: Fachada Edificio Federal de San Francisco.

CONCLUSIONES

Las metas cuantificables establecidas para el desempeño durante la etapa inicial de diseño y el uso de las herramientas tecnológicas disponibles facilitaron la eficiencia energética del producto final. Las decisiones tomadas en la etapa preliminar de diseño evitaron costos adicionales por la implementación de sistemas complejos de disminución de consumo energético. La combinación de estrategias activas y pasivas permitieron un mejor diseño desde el punto de vista energético. La exploración de la forma como principal motor de la práctica de la firma arquitectónica Morphosis, responsable de este edificio, incorporó principios de compromiso ambiental, lo cual demuestra que la arquitectura ecológica y eficiente es desarrollada como un aspecto ético profesional. El diseño no está guiado por la simple intuición ni supeditado a la exploración formal. Se sustenta en técnicas de análisis de desempeño y sistemas inteligentes de ingeniería. La tecnología de construcción fue un factor clave para incorporar principios ecológicos. Tom Mayne, líder de Morphosis, reconoce que la particularidad del proyecto requiere una solución única. El Genius Loci dicta la organización, materiales, forma y otras consideraciones fundamentales de diseño.

La protección medio ambiental no puede ser lograda desde el aislamiento. El diseño e innovación requieren procesos racionales de incorporación de principios ecológicos y de desempeño. El medio construido debe ser considerado una extensión de los sistemas naturales. Los edificios deben ser analizados integralmente sin separarlos del contexto donde son insertados ya que no son simples elementos artificiales para actividades humanas, sino que constituyen el hábitat y cobijo donde se desarrolla la vida humana. El uso de la tecnología como forma de dominar la naturaleza debe ser reemplazada por el criterio ecológico de armonización entre lo humano y lo natural. El reto actual es combinar creatividad y respeto ecológico. En la actualidad, la tecnología ofrece múltiples promesas por un futuro sostenible, por tanto, es necesario cuestionarse cómo nuestros proyectos logran metas específicas orientadas por principios de conservación medio ambiental donde se interrelacionan las personas, el lugar, los materiales y el contexto. Contamos con el conocimiento y la tecnología para proponer proyectos más eficientes, pero ¿caso tenemos la convicción y el ánimo de considerar estos principios para crear diseños más racionales y benignos con el medio ambiente?



FIG. 7: Edificio Federal de San Francisco.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la información proporcionada en la conferencia efectuada en Georgia Institute of Technology por Erin Mc. Conahey, miembro de ARUP para el Edificio Federal de San Francisco y a Steve Proehl de ProehlStudios por proporcionar las fotografías incluidas en este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Littlejohn, D., *The State of Mayne's New Federal Office Building*. *The Wall Street Journal*, Nov 15, 2007. <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1383046701&sid=1&mt=2&clientId=30287&RQT=309&VName=PQD>, última revisión Octubre 2009

The ArchRecord Interview: Thom Mayne on Green Design Smalley Bowen, T., <http://archrecord.construction.com/features/interviews/0711thommayne/0711thommayne-1.asp>, última revisión Octubre 2009

Mc Conahey E. *Conferencia en Georgia Institute of Technology*. Octubre 21, 2008

Carrilho da Graca, G., Linden P.F., McConahey E. and Haves P. *Design and control of low energy cooling strategies for a large, naturally ventilated office building*. *Proceedings of Building Simulation 2004, IBPSA, Eindhoven, Netherlands*. 2003

Mc Conahey E., Haves P. and Christ T., *The Integration of Engineering and Architecture: a Perspective on Natural Ventilation for the new San Francisco Federal Building*, *Proceedings 2002 ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Asilomar, CA, August 2002, LBNL # 5134*

Haves, P., Carrilho da Graca, G., and Linden, P., *Use of simulation in the design of a large naturally ventilated commercial office building*. *Proceedings of Building Simulation 2004, IBPSA, Eindhoven, Netherlands*. 2003

Linden P.F., Carrilho da Graca, G. *Design assistance for the wind driven cooling and ventilation system for the new San Francisco Federal Building, final report*. 2002

AUTORA



MARÍA GABRIELA
ZAPATA POVEDA

Arquitecta, graduada en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (2005). Realizó una maestría en Edificaciones Sostenibles y Energéticamente Eficientes en Georgia Institute of Technology en Atlanta, Estados Unidos. Ha participado en proyectos de la Universidad Católica, IPUR. Fue miembro del equipo de Georgia Tech en la competencia Solar Decathlon 2007, organizada por el Departamento de Energía de Estados Unidos. Participó en los equipos de investigación de proyectos de Georgia Tech "Desarrollo de Código de Desempeño Energético de Edificios de Qatar" en conjunto con la Universidad de Pennsylvania y "Guía Automática para el diseño de Cortes de Justicia de Estados Unidos" auspiciado por la Administración de Servicios Generales (GSA). Candidata a PhD en la Universidad de Cardiff en Reino Unido (2009-2012). Líder del área de arquitectura y construcción sostenible del Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR).



mgabyzp08@gmail.com

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS: VALIDACIÓN DE CONSUMOS CALCULADOS.

ENERGY CERTIFICATION OF BUILDINGS: VALIDATION OF CALCULATED CONSUMPTION.

ING. FRANCESC BONVEHÍ
ARQ. JAIME ROCA

Miembros de IBPSA Spain - International Building Performance Simulation Association

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Auditoria energética,
flujo térmico,
balance energético,
metodología consumo

Existen diferentes metodologías para estimar el consumo energético de las edificaciones. La complejidad del cálculo radica en que los edificios son productos donde se interrelacionan diferentes componentes y sistemas en un entorno climático variable. Las auditorías energéticas requieren diferente grado de precisión dependiendo del alcance del estudio. Otros métodos de cálculo energético se basan en instalaciones experimentales, cámaras climáticas y modelos a escala. Este artículo introduce conceptos aplicables al balance energético de edificaciones y las consideraciones necesarias para realizar auditorías energéticas en edificios en funcionamiento según los protocolos normalizados de Euroclass, haciendo provisiones debido a la dificultad del análisis.

ABSTRACT

There are different methodologies for estimating the energy consumption of buildings. The complexity of the calculation is that the buildings are different products where components and systems interact in a variable climatic environment. Energy audits require different degrees of precision and extension depending on the scope of the study. Other energy calculation methods are based on experimental plants, environmental chambers and scale models. This article introduces concepts applicable to the energy balance of buildings and the considerations necessary to perform energy audits on buildings in operation according to standard protocols Euroclass, making provisions due to the complexity of analysis.

1. INTRODUCCIÓN

Para validar las previsiones del consumo energético en la edificación disponemos de diversas metodologías que intentaremos presentar y comentar sucintamente.

La dificultad básica del ejercicio radica en que el edificio es un producto elaborado en la obra integrando diversos componentes y sistemas, que funcionará sucintamente, es decir en un entorno variable como es el clima.

En los edificios ya construidos, si se quiere comprobar su consumo real, la metodología consiste normalmente en proceder a una auditoría de los consumos contabilizados con la extensión y precisión que se requiera. Lo aconsejable es que la auditoría cubra un año entero de funcionamiento para tener datos relativos a las distintas estaciones anuales abarcando un ciclo climatológico completo. Si al mismo tiempo se ha realizado una simulación del comportamiento térmico del edificio, sea dinámica o simplificada, se podrán efectuar los oportunos ajustes del modelo y así poderlo utilizar en el análisis del comportamiento de la tipología edificatoria bajo diversos parámetros climatológicos normalizados.

Cuando se debe proceder a algún tipo de validación de las previsiones calculadas en obra nueva, existen dos vías. Una será contrastar los resultados obtenidos con nuestro método de cálculo con los resultados proporcionados por un programa de simulación de referencia validado

experimentalmente. En diversos contextos se utiliza TRNSYS por ejemplo.

Si se considera oportuno tener algún tipo de constatación experimental antes de que el edificio sea ocupado, se plantea realizar mediciones in situ de la transmisión térmica de los cerramientos completos según normas EN establecidas y también ensayos de funcionamiento térmico del edificio sin ocupar.

Otra categoría de instalaciones experimentales para el ensayo de componentes y sistemas, y en algunos casos también construcciones completas lo constituyen las cámaras climáticas, con clima artificial controlado o las células climáticas en clima natural (outdoor test rooms).

En proyectos que incorporen innovaciones tecnológicas se podrá conseguir su correcta cualificación mediante la adecuada combinación de los sistemas indicados.

2. BASES TEÓRICAS

Existe una gran variedad de métodos y procedimientos para establecer algún tipo de

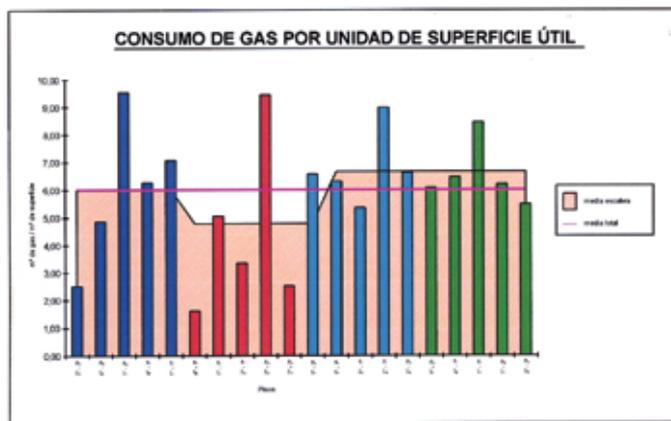


FIG. 1: Gráfico con información obtenida siguiendo este método.

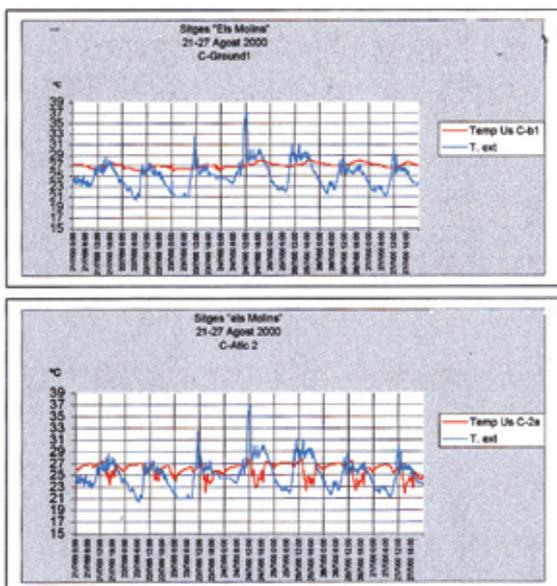


FIG.2: Gráficos con datos proporcionados por un sistema de adquisición informatizado para contrastar el comportamiento de un piso piloto del programa Sunh / Sitges.

verificación experimental de las prestaciones térmicas de los edificios.

Su uso viene condicionado por los objetivos del proyecto y por las disponibilidades tecnológicas.

Los procedimientos se pueden agrupar en dos categorías: métodos macroestáticos y métodos macrodinámicos.

Los métodos macroestáticos comportan una integración temporal del balance energético del edificio. Los datos indispensables como consumos energéticos y variables meteorológicas se integran sobre la misma base de tiempo. Con ellos se puede dar cuenta del comportamiento global del edificio, sin embargo presentan limitaciones para identificar las consecuencias de cambios de ocupación o de nivel de confort por ejemplo, ocurridas dentro del intervalo de referencia.

Los métodos macrodinámicos se basan en el seguimiento dinámico de las variables físicas pertinentes con la consiguiente instrumentación integrada en un sistema

de adquisición de datos autónomo o en un sistema de supervisión y control del edificio. Para la interpretación de los datos nos basaremos en un modelo dinámico del balance energético del edificio cuyos parámetros se podrán identificar mediante los procedimientos apropiados.

3. MODELADO. EL BALANCE ENERGÉTICO.

La caracterización del comportamiento energético de los edificios se basa en la formulación de un balance energético a partir del cual planteamos un modelo de cálculo. La expresión de este modelo nos permitirá establecer el protocolo experimental necesario para identificar los términos del balance energético.

Formulamos el balance energético en los siguientes términos:

$$\sum W_i = W_a + W_s + W_m + W_e + W_t + W_v + W_c = 0$$

Donde:

W_i: partidas energéticas

W_a: energía auxiliar, calefacción o refrigeración

W_s: energía solar pasiva

W_m: energía metabólica

W_e: energía disipada por los equipamientos internos

W_t: energía transmitida a través de los cerramientos

W_v: energía asociada con la ventilación; sea infiltración, renovación higiénica o bien ventilación mecánica.

W_c: término correspondiente a la variación de la capacidad térmica del edificio.

El sentido del flujo térmico determina el signo de cada término.

La energía auxiliar **W_a** será la energía aportada por un sistema activo, sea solar o convencional, para conseguir las condiciones de confort deseadas. Su medición no presenta dificultades.

La energía solar pasiva corresponde a los aportes de la radiación solar a través de los cerramientos translúcidos u opacos.

La energía metabólica corresponde a los aportes de la actividad metabólica de los ocupantes.

La energía disipada por los diversos electrodomésticos o bien equipos de oficina e incluso industriales se incluyen en la partida de equipamientos internos.

En la energía transmitida a través de los cerramientos se incluyen las transmisiones superficiales y también los puentes térmicos.

La partida correspondiente a la ventilación incluye las infiltraciones de aire que son función de la permeabilidad de los cerramientos y de las presiones diferenciales que el viento ocasione en las fachadas, la renovación higiénica del aire por medios naturales o forzados. En el término ventilación mecánica incluimos partidas como el free-cooling o bien ventilación de fachada.

La inercia térmica del edificio, salvo que se instale algún sistema interestacional, no tiene prácticamente reflejo en el balance cuando manejamos métodos macroestáticos. Ahora bien, su influencia es importante en términos de regulación térmica interior y en consecuencia a tener en cuenta con procedimientos macrodinámicos.

3.1. TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS

Este término se expresa en función del salto térmico entre las temperaturas del aire interior y exterior.

$$W_t = [(\sum K_i \cdot A_i + \sum K_j \cdot A_j \cdot \tau + \sum \Psi \cdot L_i) \cdot (T_i - T_e)] \cdot \Delta t$$

Donde:

K_i, K_j: transmisiones térmicas superficiales, w/m²·°C

A_i, A_j: superficies de cerramientos, m²

Ψ: transmisiones lineales, puentes térmicos, w/m

L_i: longitud correspondiente de los puentes térmicos, m

T_i: temperatura aire interior, °C

T_e: temperatura aire exterior, °C

τ: factor de reducción del salto térmico para transmisiones térmicas con espacios intermedios o tampón.

Δt: intervalo de tiempo considerado, horas.

En esta partida se incluyen las transmisiones que delimitan los ambientes interior y exterior tanto en transmisión directa, superficies *i*, como indirecta, superficies *j*.

Conviene recordar que los coeficientes de transmisión térmica superficial pueden determinarse experimentalmente en obra siguiendo el procedimiento estándar según norma EN 12494 por ejemplo.

El conjunto de pérdidas por transmisión puede reducirse a un coeficiente global UA expresado en w/°C, siendo A la superficie construida de referencia. El valor UA puede determinarse empleando métodos de identificación apropiados. La detección de puentes térmicos en obra puede realizarse recurriendo a métodos de termografía por infrarrojos.

3.2. VENTILACIÓN

En este apartado se incluyen infiltraciones, renovación higiénica y también ventilación mecánica si es el caso, podemos sintetizar su monto con la siguiente expresión:

$$W_v = 0,34 \cdot \sum Q_n \cdot \rho_n \cdot (T_i - T_e) \cdot \Delta t$$

Donde:

Q_i: caudal de ventilación según los conceptos citados, m³/h en condiciones normales. La densidad del aire en condiciones normales es de 1,2 Kg/m³.

0,34: coeficiente de conversión en base a una capacidad calorífica del aire en condiciones normales de 1,012 kJ/kg·°C.

ρ_i: rendimiento de recuperación sobre el aire de

ventilación caso de haberse incorporado algún dispositivo

Para un buen ajuste del balance energético es necesario proceder a una calibración de los términos que intervienen en el capítulo ventilación.

3.3. ENERGÍA SOLAR PASIVA

Este capítulo incluye la aportación de la radiación solar al balance energético del edificio. Incluye las transmisiones directas e indirectas a través de todos los cerramientos.

En modelos simplificados tipo monozona estos aportes se sintetizan mediante una superficie virtual equivalente con exposición vertical sur, de forma que:

$$W_s = \sum G_i \cdot A_i = G_s \cdot A_{se}$$

Siendo **G_i** = **l_i** · Δt

A_{se}: Superficie sur equivalente, m²

G_s: Radiación solar sobre superficie vertical sur en un período Δt, wh/m²

l_i: Intensidad de la radiación solar sobre una superficie receptora *i*, w/m².

Si trabajamos con modelos monozona la superficie sur equivalente será uno de los parámetros a identificar.

3.4. APORTES INTERNOS

Se componen de los aportes metabólicos, W_m, y de los aportes del equipamiento interno, W_e.

Dado que estos aportes son difíciles de medir experimentalmente, lo usual en cálculos previsionales es utilizar valores normalizados en función del perfil de ocupación y del nivel de equipamiento.

4. AUDITORÍAS DE EDIFICIOS EN FUNCIONAMIENTO

Para estos casos existen unos métodos establecidos en el sistema de calificación normalizada Euroclass.

El sistema Euroclass se establece en base a dos protocolos:

- BEP por Billed Energy Protocol. Sistema basado en las cantidades de energía facturadas por los proveedores.

- MEP por Monitored Energy Protocol. Sistema basado además en datos medidos en el edificio objeto de seguimiento para completar la información sobre el mismo.

La duración del seguimiento del edificio será normalmente de un año para así completar un ciclo climático.

Hemos tenido ocasión de efectuar el seguimiento de edificios residenciales y escolares innovadores en el marco de diversos programas europeos de demostración como Thermie (Agramunt), Remma (Castelldefels), Sunh (Sitges / FIG. 3) o Green Cities (Vilanova).

En estos casos, tratándose de edificios modulares, apartamentos o aulas, se ha procedido a un sistema mixto. Es decir, se han contabilizado los indicadores de los consumos energéticos totales por un lado, pero también se han efectuado mediciones completas en un muestreo representativo de aulas o pisos. Este segundo nivel de seguimiento se basa en mediciones continuas de los parámetros físicos que se requieran y su almacenamiento



FIG. 3: Sitges



FIG. 4: Interior del aula piloto de la escuela de Agramunt.

a intervalos convenientes para su tratamiento ulterior. El proceso será automatizado mediante el correspondiente sistema informático de adquisición de datos.

Al tratarse de realizaciones que incorporan nuevos sistemas o componentes, el seguimiento informatizado también permite verificar el comportamiento de estos elementos innovadores.

5. INSTALACIONES DE ENSAYO

En el proceso de validación es importante disponer de las correspondientes certificaciones de componentes y sistemas obtenidas mediante ensayos homologados. Ello no excluye la conveniencia de realizar verificaciones in situ siguiendo procedimientos normalizados a este efecto.

Las instalaciones dedicadas a este tipo de pruebas homologadas se pueden clasificar en dos categorías:

- Cámaras climáticas, con clima artificial controlado.
- Células test, en clima natural y control del ambiente interior.

Se trata de instalaciones experimentales con alto nivel de instrumentación capaces de llevar a término pruebas de homologación como también ensayos para el desarrollo y puesta a punto de componentes y sistemas.

Las cámaras climáticas, tipo hot box calibrada por ejemplo, son apropiadas para realizar ensayos tanto en régimen permanente como variable. Sin embargo la dificultad



FIG. 5: Instalaciones de Auvergne Isolation en Montmurat.

de simular el clima hace que en muchos programas de investigación y desarrollo se recurra a instalaciones en clima real (outdoor test rooms) con buenos resultados.

Por otro lado, en muchas promociones inmobiliarias se dispone de pisos o despachos muestra a efectos comerciales con antelación a su finalización. Es evidente que además de realizar los controles pertinentes en el edificio terminado, estas unidades muestra pueden ser utilizadas para realizar diversas campañas de mediciones in situ. Se pueden prever periodos relativamente extensos puesto que los dos usos no son incompatibles.

6. ENSAYOS EN EDIFICIOS DESOCUPADOS

Se puede conseguir información relevante sobre el comportamiento térmico del edificio efectuando ensayos antes de su ocupación. En edificios modulares de pisos u oficinas se pueden seleccionar unidades piloto que constituyan una muestra representativa del conjunto. Dada la talla de estas unidades, normalmente serán fácilmente simulables, sea con métodos estáticos o bien dinámicos, y la instrumentación para el seguimiento, intensiva pero repetitiva.

La duración de estos ensayos depende del protocolo utilizado. Con métodos intensivos una semana puede ser suficiente.

Los métodos STEM (Short Term Energy Monitoring) y PSTAR (Primary and Secondary Term Analysis and Renormalization) definen el procedimiento experimental y el tratamiento matemático para determinar las características térmicas primarias del edificio:

- Transmisión térmica
- Superficie solar equivalente
- Inercia o masa térmica efectiva

El planteamiento consiste en conseguir que uno de los flujos a caracterizar sea dominante, evaluar los parámetros representativos y constatar su estabilidad mediante un proceso iterativo.

Este tipo de metodología será recomendable para validar métodos de cálculo simplificados para determinar el consumo energético del edificio.

Con métodos de simulación dinámica podemos plantear la caracterización del edificio desocupado mediante

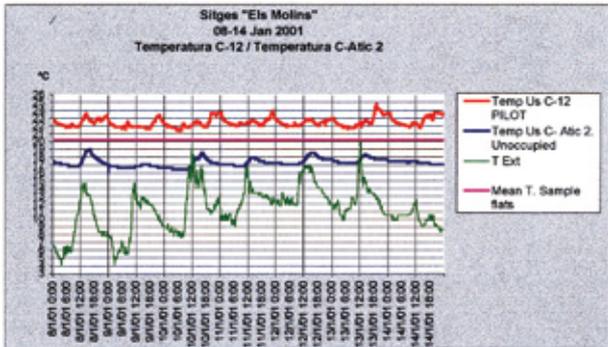


FIG. 6: Gráficas semanales de un piso desocupado del programa Sunh en Sitges.

el cálculo del perfil de su temperatura interior pasiva, consecuencia solamente de la acción de los aportes solares. El ajuste de las curvas de temperaturas pasivas calculada y medida permitirá validar el modelo.

El siguiente paso consiste en definir un perfil de ocupación y un equipamiento interior normalizados con lo que podemos calcular la temperatura interior de balance, incluyendo aportes solares, metabólicos y disipados por los equipos.

En el tercer paso introducimos un perfil de confort interno también normalizado y calcular la energía auxiliar necesaria para mantenerlo, sea calefacción o bien refrigeración.

7. CONCLUSIONES

A pesar de las dificultades prácticas para llevar a término la monitorización de edificios, existen diferentes procedimientos con protocolos definidos que se pueden aplicar dependiendo de los objetivos y disponibilidades presupuestarias en cada caso.

Es importante analizar detenidamente los objetivos para así especificar el protocolo de monitorización adecuado, tanto la instrumentación si procede como el tratamiento de los datos obtenidos.

En la mayoría de proyectos de monitorización en que hemos intervenido hemos optado por un sistema mixto. Este procedimiento consiste en registrar los datos globales de todos los contadores energéticos de la promoción mediante lecturas manuales periódicas para mayor seguridad en la obtención de los datos. Este registro manual se combina con los datos obtenidos mediante monitorización intensiva e informatizada de unidades piloto.

Conviene recordar así mismo que la fiabilidad de los equipos instrumentales empleados en la monitorización es un aspecto determinante en el éxito de un proyecto de validación.

Pensamos que los procedimientos basados en el concepto de temperatura pasiva del edificio ofrecen una oportunidad idónea para caracterizar de forma objetiva las propiedades térmicas de los edificios construidos. Sería interesante profundizar en su desarrollo para definir un protocolo de aplicación que permita obtener parámetros objetivos y comparables.

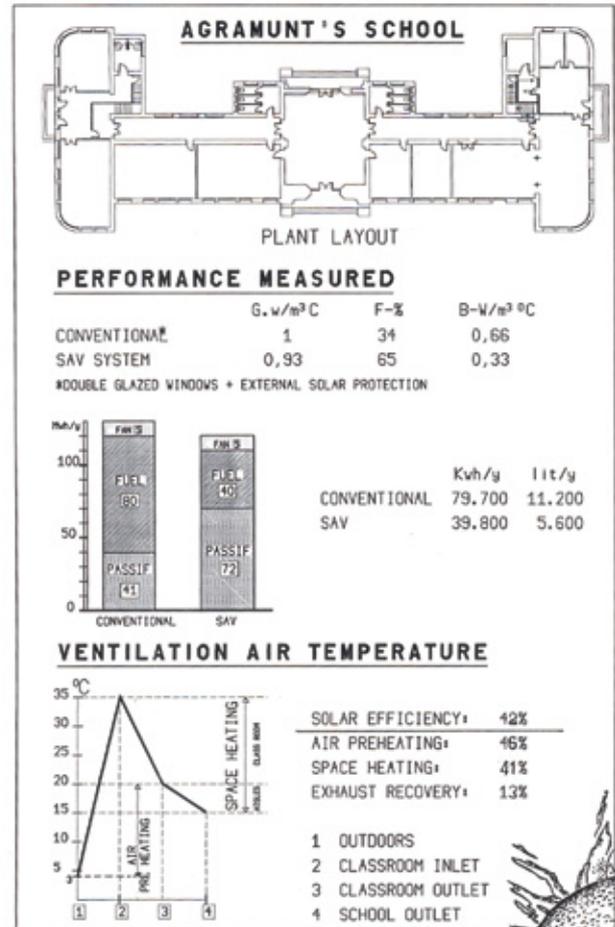


FIG. 7: Ficha de síntesis de los resultados de un año de monitorización de la escuela de Agramunt.

BIBLIOGRAFÍA

- Energy Performance of residential buildings*. Editor M. Santamouris. James & James 2005.
- Guidelines for the assessment of active and passive solar technologies*. D. Gilliaert. EUR 14446 EN. CEC 1992.
- Short-term energy monitoring of residences*. JD Balcomb and Co 1993. ASHRAE Transactions 99/2-935-946.
- Suivi de la Maison Lorient*. AFME / Pechiney Bâtiment. B.Zwegers & F.Bonvehí. Juillet 1987.
- Aplicación de la ventana SAV a una escuela*. F. Bonvehí y col. Montajes e Instalaciones n° 255. Octubre 1992.
- Ventilated Window - Final Report*. Project Thermie SE/67/87. F.Bonvehí & X.Traver. February 1993.
- Validación de Consumos y Ahorros energéticos*. Proyecto REMMA Castelldefels. F.Bonvehí & Co. July 1997.
- Sitges - Els Molins Monitoring*. Final Report SUNH. 5 th Framework Program. F.Bonvehí & Co. June 2001.

AUTORES



FRANCESC
BONVEHÍ

Es ingeniero industrial con una amplia experiencia en proyectos y obras en los sectores energéticos y de la edificación. Su experiencia incluye también actividades de investigación y desarrollo realizadas en un contexto internacional. Ha participado en diversos proyectos europeos e internacionales: Green Cities, Sunh, Remma, Thermie, Joule, Fènix i Dragon.

Ha sido profesor asociado y ponente en seminarios en las Universidades Politécnicas de Barcelona y Madrid. Regularmente realiza presentaciones en congresos especializados y publicaciones en revistas técnicas.

Es profesional registrado de la Comisión Técnica del Jurado de Expropiaciones de Catalunya.

Experto Independiente de la Comisión Europea – Dirección General de Energía y Transporte.



bonvehi@asolva.com



JAIME
ROCA

Máster en Arquitectura y Sostenibilidad en la Universidad Politécnica de Catalunya y especializado en Eficiencia Energética. Ha participado en numerosos proyectos relacionados con la aplicación de sistemas energéticos sostenibles y de simulación energética de edificios en España. Desde el 2003 forma parte de Asolva Enginyeria (Barcelona) como consultor en temas de sostenibilidad. Es además, miembro de IBPSA (International Building Performance Simulation Association), e investigador asociado del Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR).



asolva@asolva.com

EFICIENCIA ENERGÉTICA - LA SOLUCIÓN BÁSICA!

ENERGY EFFICIENCY - THE KEY TO FIGHT CLIMATE CHANGE

DR. ING. GERD HAUSER

Traducción del manuscrito original Energieeffizienz – der wesentliche Lösungsansatz!.

Arq. Jaime Roca M – www.asolba.com

RESUMEN

La eficiencia energética constituye uno de las estrategias fundamentales para enfrentar los desafíos que representa el cambio climático y el actual contexto energético. La necesidad de disminuir el consumo de recursos no renovables implica tres ejes fundamentales: disminución de la demanda, incremento de la eficiencia y uso de energías renovables. El presente artículo aborda la temática energética desde la perspectiva de optimización de recursos utilizados para lograr la eficiencia en el suministro, transformación y consumo. La eficiencia energética, debido a su potencial de lograr un cambio significativo en la demanda actual, es enfatizada como medio que debe ser empleado en las edificaciones ante los problemas ambientales actuales. Involucra una serie de técnicas que mejoren el perfil de uso de las edificaciones y que deben aplicarse de modo integral.

LA POLÍTICA HA ADOPTADO EL TEMA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

“Cambio climático” y “energía” son conceptos que actualmente ocupan un espacio importante en noticias y debates emitidos tanto por la televisión como por revistas y diarios. Sin embargo, son la adopción de medidas a favor de la disminución de las emisiones de gases invernadero y la incómoda dependencia del gas natural -y de los abastecedores de petróleo-, los que se convertirán en el tema No. 1. El conocimiento al respecto entre los expertos no ha variado esencialmente, pero sí la conciencia entre la gente, provocada por los medios de comunicación. Una influencia decisiva tuvo además el Informe Stern [1]. La política reacciona y así tuvo lugar en Berlín, desde el 20 hasta el 21 de abril, una conferencia internacional del EU/G8 “Eficiencia Energética: acondicionar el mundo del mañana” que trataba exclusivamente el tema de la eficiencia energética, y en la que no solo participaron los Ministros de Tráfico, Vivienda y Desarrollo Estatal para la Economía y Tecnologías, y los de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad en Reactores; sino también Ministros de Japón, Rusia, Suiza, Sudáfrica y China, y Embajadores de Estados Unidos e India, así como científicos de alto rango nacionales e internacionales. Las medidas para el incremento de la eficiencia energética, que han sido previstas por parte de cada Estado, fueron propuestas y discutidas, y así desarrollar una base de decisiones en el encuentro pactado por el G8.

La necesidad de disminuir los consumos de carbón, petróleo, gas natural y uranio, que a estas alturas ha sido reconocida, se puede lograr a partir de las siguientes medidas:

ABSTRACT

Energy efficiency is one of the key strategies to meet the challenges of climate change and the current energy context. The need to reduce consumption of nonrenewable resources involves three main areas: demand reduction, increased efficiency and renewable energy. This article discusses energy issues from the perspective of optimization of resources used to achieve efficiency in supply, processing and consumption. Energy efficiency is highlighted due to its potential to reduce demand. Energy efficiency involves a series of techniques that improve the profile of energy use in buildings if applied comprehensively.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia energética, certificado energético, desempeño

1. Disminución de la demanda
2. Incremento de la eficiencia en el suministro y la transformación
3. Consolidación del uso de las energías renovables

En [2] también son nombrados estos 3 ámbitos bajo la abreviatura E3: ahorrar aún más energía, incrementar claramente la eficiencia energética y potenciar decididamente las energías renovables.

El efecto y el atractivo de estas medidas son muy diversos y serán discutidos más adelante.

DEFINICIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Los elementos nombrados en primer lugar “disminución de la demanda” e “incremento de la eficiencia en el suministro y la transformación” han sido también agrupados desde hace un tiempo bajo el término “Aumento de la eficiencia energética”, para contradecir la expresión errónea de ahorro de energía (que físicamente es imposible) y para darle un mayor sentido a estas medidas (ahorrar ocupa el eje negativo, aumentar, el eje positivo). En muchos casos

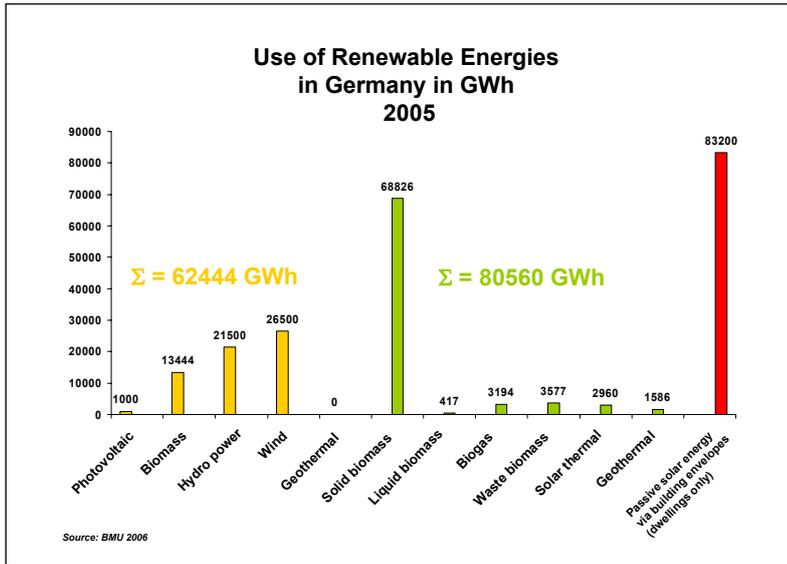


FIG. 1: Uso de las energías renovables en Alemania en el año 2005 para la producción de electricidad (barras amarillas) y la producción de calor (barras verdes) en comparación con el uso de la energía solar pasiva en edificios de vivienda.

tampoco es posible una clasificación clara de estos elementos, de modo que la unión bajo el término Aumento de la Eficiencia Energética, como aparece por ejemplo en el Libro Verde y en el Plan de Acción para la Eficiencia Energética de la UE [3,4], tiene sentido y continuidad. Por lo tanto se llama “energéticamente eficiente” al bajo consumo y a la alta eficacia en la cobertura del consumo. Se trata de la cantidad de energía que es necesaria para asegurar el uso deseado.

Es necesaria esta aclaración, ya que esta definición no forma parte del lenguaje actual e incluso en el programa presidencial de la Administración del 1 de enero – 30 de junio 2007 “Europa gelingt gemeinsam”, existen ambigüedades evidentes. Así, en uno de los párrafos se lee “... a través del incremento de la eficiencia energética, los ahorros, la aplicación de energías renovables...”, mientras que el siguiente párrafo comienza con “Un punto esencial en atención al incremento de la eficiencia energética será el sector de la construcción como el principal demandante de energía así como productor” y se refiere claramente a la eficiencia energética en el sentido de la definición arriba indicada.

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ALBERGA EL MAYOR POTENCIAL

A pesar de que la consolidación del uso de las energías renovables es la medida continuamente más mencionada especialmente por los medios de comunicación y en parte también por la política; ésta debe ser siempre vista en unión con medidas que promuevan el incremento de la eficiencia energética. Ante todo, estas medidas tienen un esencial y alto significado práctico al igual que la utilización necesaria y consolidada de energías renovables. Así, las energías renovables produjeron en Alemania en el año 2005 62 TWh para la producción de electricidad y 81 TWh (69 TWh provienen de la madera) para la producción de calor. El cuadro 1 reproduce los aportes detallados de las cantidades producidas. Si se compara estas cantidades con las que se ganarán anualmente a través de la energía solar pasiva de nuestro edificio de vivienda, se obtiene en promedio un total de 83TWh – la misma magnitud. Finalmente se decidirá por el uso de la energía solar para funciones de calentamiento, los efectos del

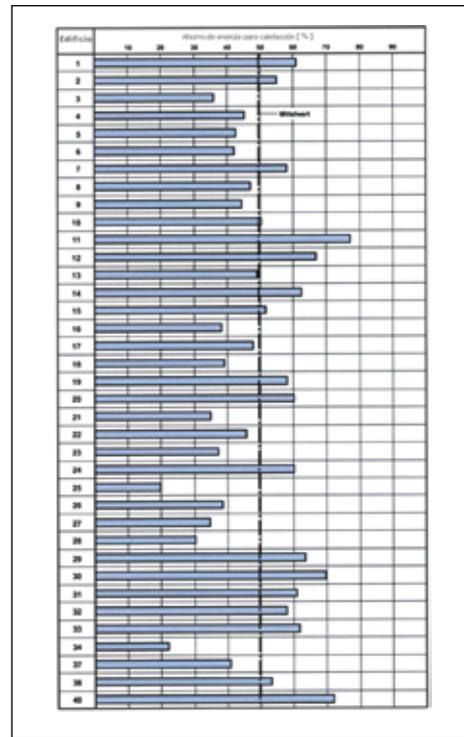


FIG. 2: Recopilación de ahorros de energía para calefacción enmarcados dentro del EnSan-Projekt [8]

sobrecalentamiento, envolvente, dispositivos de control solar, entre otros. Sobre esta utilización de energías renovables todavía no se ha hablado, sino que se lleva a cabo como algo lógico, a pesar de que aún existe potencial de mejora en este aspecto, especialmente a través de sistemas de ventana con buenas características técnicas térmicas y con la posibilidad de un aprovechamiento máximo de la energía solar.

Se sabe que el parque edificado de Alemania tiene un gran potencial de ahorro, así que la situación de los edificios desde el punto de vista energético es optimista.

Muchas de las medidas de innovación que han sido ejecutadas en los últimos años están dirigidas a la disminución considerable de los consumos. Los edificios modernos de vivienda en el marco del proyecto patrocinado por la BMW “Mejoramiento energético de las estructura del edificio” produjeron los ahorros en calefacción indicados en el cuadro 2, cuyo promedio era de un 50%. Otras rehabilitaciones arrojaron altos ahorros, como los valores absolutos en el cuadro 3 y los valores relativos en el cuadro 4, con valores entre 58 y 81%. Teniendo en cuenta las técnicas de rehabilitación avanzadas y en particular el alza de los costos de energía, existe una disminución real del consumo de un 65%. De ello resulta, tan solo en el sector residencial

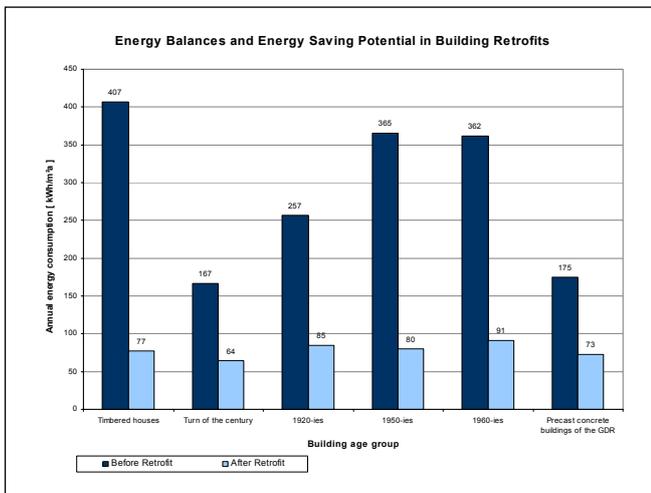


FIG. 3: Consumo de energía de distintos edificios de vivienda antes y después de su rehabilitación, en relación a su antigüedad.

exitente, un potencial de ahorro de 640 TWh. El cuadro 5 lo visualiza en comparación con las ganancias provenientes de las energías renovables.

Por lo tanto, las medidas para el incremento de la eficiencia energética potencialmente representan un factor 10 en relación con las energías renovables para generación aportadas actualmente. El incremento de la eficiencia energética en el ámbito de la construcción es la clave principal para la solución de nuestros problemas de energía. Las medidas necesarias para el incremento de la eficiencia energética suscitan menos cuestionamientos ambientales que la implementación de algunas fuentes renovables como hidráulica, eólica, solar, geotérmica e incluso menor impacto ecológico como en el caso de los pantanos para energía hidráulica. Además numerosas medidas para el incremento de la eficiencia energética provocan efectos agregados positivos como incremento del confort y del valor y la conservación de los edificios.

Sin embargo no debe verse esta situación como una confrontación, sino que se debe entender que el incremento de la eficiencia energética tiene que ser la base y el fundamento de cualquier tipo de medidas prácticas, sobre las cuales luego puedan incorporarse las energías renovables. De esta manera pueden construirse casas, que aproximadamente en 15 años serán la norma, que actuarán como mini generadores eléctricos, generando más energía de la que consumen con el uso exclusivo de las medidas de eficiencia energética y el uso intensivo de energía renovable, particularmente energía solar.

MEDIDAS PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Existen diversas medidas disponibles para el aumento de la eficiencia energética. La más económica y más fácil de implementar es el cambio de la conciencia del usuario. Una medida que uno encuentra en muchos países, es el uso de "refrigeradores" en cada ventana, que se caracterizan por una

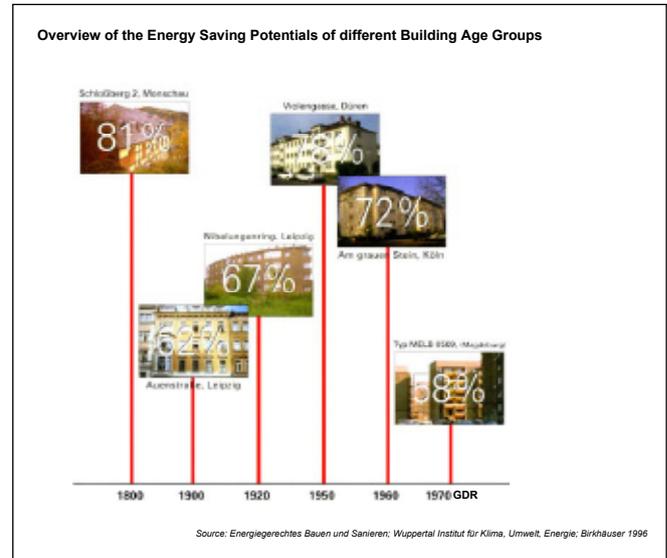


FIG. 4: Esquema sobre los porcentajes de ahorro de distintos edificios ordenados según su antigüedad.

alta eficiencia técnica, sin embargo, la aplicación de dispositivos de protección solar puede hacer que su uso sea innecesario. El conocimiento al respecto en muchos casos no existe.

El certificado energético propuesto y adoptado en 1989 por decisión ministerial y que desde abril de este año hasta el 2008 se ha implantado también en una amplia parte del área edificada, contribuirá considerablemente a crear conciencia en las personas. Como ejemplo, el cuadro 6 contiene el certificado energético de la administración central de la compañía Fraunhofer en Munich (un edificio no residencial), que hoy en día debe mostrarse en la entrada de todo edificio de gobierno de Alemania y que permite a los visitantes recibir información y reflexionar acerca del comportamiento energético de ese edificio. El consumo de energía se convertirá en un tema general.

Nuestro lema debe ser: "La eficiencia energética como parte del modo de vida".

Con esta creación de conciencia y establecidos el comportamiento y los efectos, se puede tomar acción y preparar cambios radicales de importancia.

Para el aumento de la eficiencia en la demanda energética del edificio existen numerosas medidas técnicas que se pueden clasificar básicamente de la siguiente manera:

- ♦ Disminución de las pérdidas de calor por transmisión
 - Aislamiento térmico adicional
 - Aplicación de ventanas con alto aislamiento térmico
 - Disminución de puentes térmicos
 - Recubrimiento superficial
 - Reducción de las relación de A/V
- ♦ Disminución de las pérdidas de calor por ventilación
 - Impermeabilización de juntas no impermeabilizadas
 - Medidas para la obtención de una ventilación adecuada

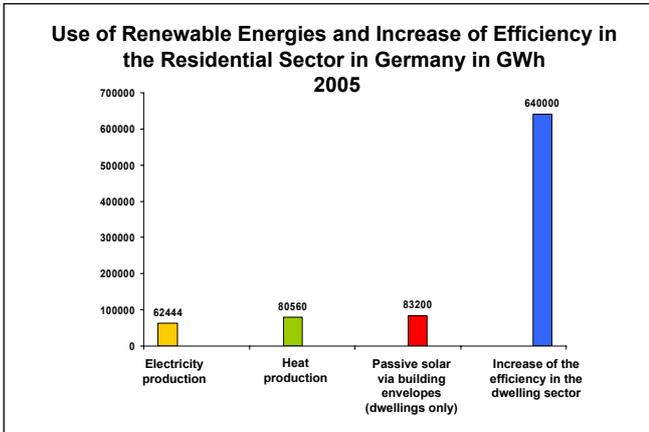


FIG. 5: *Uso de las energías renovables en comparación con el incremento de la eficiencia energética en ámbito de edificios de vivienda en Alemania tomando como base una disminución del consumo en los edificios de vivienda de un 65%.*

- Aplicación de extractores de aire mecánicos
- Fachadas ventiladas
- ♦ Incremento de las ganancias de calor
 - Acristalamiento con altos valores de g
 - Invernaderos
 - Aislantes térmicos transparentes e híbridos
 - Colectores solares, Fotovoltaicos
- ♦ Aumento del rendimiento de los generadores
 - Calefacción
 - Agua caliente
 - Técnicas de regulación
- ♦ Incremento de la oferta de luz diurna y del rendimiento de las lámparas
 - Superficies transmisoras de calor transparentes o translúcidas con altos valores t
 - Sistemas de dirección de la luz
 - Sistemas de regulación
- ♦ Medidas para la prevención de la técnica de refrigeración
 - Protección solar
 - Sistema para ventilación nocturna
 - Elementos térmicos activos
 - Superficie de acumulación de calor / MCF

Gran parte de estas medidas serán aplicadas ampliamente y están probadas en la práctica. Pero también en las soluciones completamente nuevas existe una importante necesidad de desarrollo e investigación para conseguir sistemas eficientes a bajo coste. Al respecto, la consideración íntegra de todos los procesos constructivos debe estar a la vista para que no se produzca ningún tipo de pérdidas en la construcción y para no disminuir el confort en el edificio.

Una medida técnica para el aumento de la eficiencia energética cuyo impacto generará controversia en ámbito profesional, se aclara con el siguiente ejemplo:

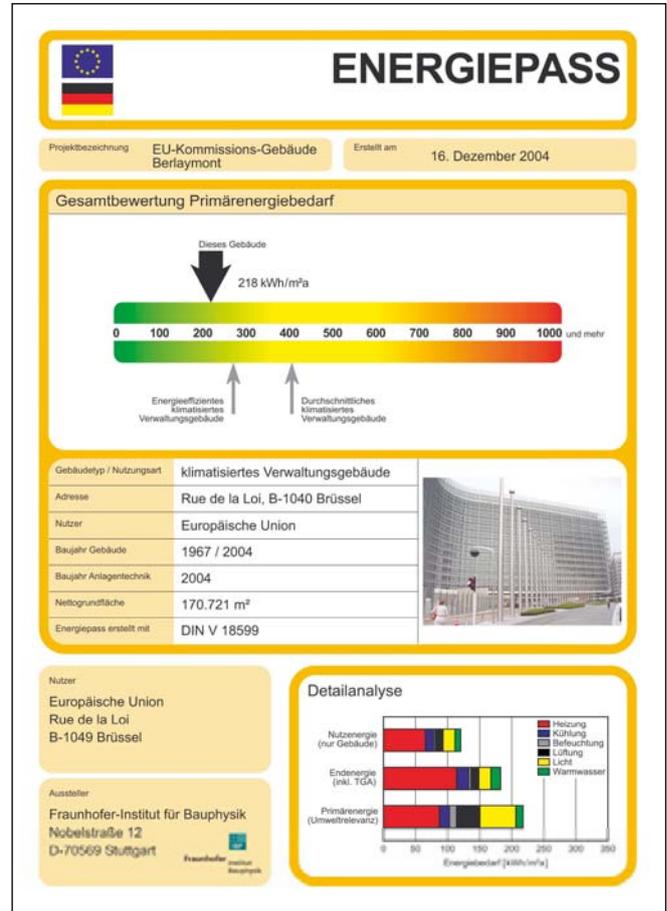


FIG. 6: *Certificado de eficiencia energética. (Energiepasses)*

Aislamiento térmico para la disminución de la demanda de refrigeración.

Particularmente en los edificios de países mediterráneos, pero también en edificios en Alemania con altas cargas externas o internas, se supone a menudo que un aislamiento térmico de las paredes exteriores repercutiría negativamente sobre la carga de refrigeración, ya que "la función del aislamiento térmico, sería la contención del calor", situación que en el caso de la refrigeración es indeseable. Para corregir esto, junto a las paredes exteriores se consideran las condiciones atmosféricas del sitio. Además serán utilizados deliberadamente, junto a los datos alemanes, datos de España, como representante para los países mediterráneos. Estudios demuestran el efecto positivo del aislamiento térmico por el flujo de calor al salón a través de la superficie interior de la pared externa. La constante transmisión térmica se deriva del comportamiento interestacional debido a la capacidad de almacenamiento de calor de la pared exterior.

La constante transmisión térmica se deriva del comportamiento interestacional debido a la capacidad de almacenamiento de calor de la pared exterior.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Nicholas Stern: *Review on the Economics of Climate Change*. www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm

[2] Luther, J., Pfaffenberger, W., Wagner, U. y Brinker, W.: *10 Bullensee-Thesen und abgeleitete Handlungsempfehlungen zur künftigen Energieversorgung*. EWE AG Oldenburg, 2. Auflage, Noviembre 2006.

[3] *Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Grünbuch. Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie*. Bruselas 8. Marzo 2006

[4] *Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Mitteilung der Kommission. Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potential ausschöpfen*. Bruselas 19. Octubre 2006

[5] Born, R., Ebel, W., Eicke-Henning, W., Feist, W., Jäckel, M., Logar, T., Schmidt, H., Storch, Hildebrandt, O. y Stempel, B.: *Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern (ABL und NBL)*. Institut für Wohnen und Umwelt IWU, Darmstadt 1995

[6] Hoffman, H.-J. und Katscher, W. y Stein, G.: *Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Technologiefolgenforschung: Energiestrategien für den Klimaschutz in Deutschland – Das IKARUS-Projekt des BMBF. Zusammenfassender Endbericht, Jülich 1997.*

[7] Hauser, G., Höttges, K., Lücking, R.-M., Maas, A., Otto, F. y Stiegel, H.: *Energieeinsparung im Gebäudebestand. Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung, Berlin, 5. Auflage (2006).*

[8] Reiß, J., Erhorn, H. y Reiber, M.: *Energetisch sanierte Wohngebäude*. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2002.

[9] *Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Planungsbüro Schmitz Aachen: Energiegerechtes Bauen und Modernisieren, Grundlagen und Beispiele für Architekten, Bauherren und Bewohner. Bundesarchitektenkammer Basel/ Berlin/Boston 1996.*

[10] Hauser, G. y Hausladen, G.: *Energiekennzahl zur Beschreibung des Heizenenergieverbrauchs von Gebäuden*. Hrsg.: *Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. Baucom Verlag, Böhl-Iggelheim 1990.*

[11] *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) del 25. Abril 2007 (borrador)*

AUTOR



GERD
HAUSER

Gerd Hauser es el pionero de la Certificación Energética de los Edificios (Energy Pass) que se estableció en 1989 en Alemania. Es director del “Fraunhofer Institut para Física de la Construcción” de Stuttgart, catedrático de Física de la Construcción de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Munich, Director de la GRE (Sociedad para la utilización racional de la energía) de Berlín y Director del ZUB (Centro de Construcción Sostenible en Kassel). Sus trabajos de investigación más importantes se centran en la física de la construcción e implantación de normativas nacionales e internacionales. Ha realizado múltiples investigaciones y publicado numerosos estudios especializados.



hauser@tum.de

CARRERA DE ARQUITECTURA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO



Se presentó el "Libro de obra; arquitectura contemporánea con base local", de la Arq. María Isabel Fuentes Harismendy, publicado por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Profesora de Diseño Arquitectónico de la carrera de arquitectura. En esta obra Fuentes explica cómo ha desarrollado su lenguaje como arquitecta, respondiendo desde su trabajo a este desafío que plantea la arquitectura contemporánea: generar propuestas que sean coherentes con el medio histórico y climático, y que al mismo tiempo sean expresión de su época.

El 28 de mayo se hizo entrega a diferentes comunidades cerca de treinta proyectos arquitectónicos que fueran desarrollados por egresados de la carrera de arquitectura bajo la modalidad de tesis de grado. Entre otras, fueron beneficiadas las poblaciones de Chone, Quevedo, Santa Lucía, Puerto López, Nobol, Naranjal y San José de Ancón.

En el mes de marzo se realizó la exposición MACCAFERRI. El primer moderno, en el Museo Municipal de Guayaquil; siendo ésta la primera que forma parte de la serie "Arqueologías de la arquitectura de Guayaquil", como parte de un convenio a largo plazo entre la Facultad de Arquitectura y Diseño y la Municipalidad de Guayaquil. En esta exposición se presentaron fotografías del Arq. Ricardo Bohórquez, cinco videos desarrollados por el Arq. John Dunn y un catálogo con el análisis de la obra de Francesco Maccaferri, del Arq. Florencio Compte, Director de la Carrera de Arquitectura.

CARRERA DE DISEÑO DE INTERIORES

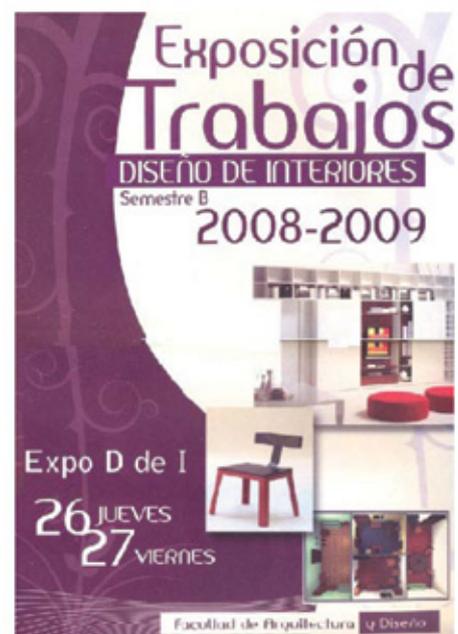
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

En febrero del 2009 se llevó a cabo la Exposición General de Trabajos de la Carrera Diseño de Interiores, en la cuál, utilizando tanto el hall principal del edificio de la Facultad, como el hall de la Sala de Conferencias, los alumnos de los diferentes ciclos de la Carrera, mostraron a los demás estudiantes de la Facultad y al público en general, lo mejor de su producción académica, abarcando las tres áreas de estudio del pênsum: teoría e historia, diseño y tecnología.

A mediados del mes de agosto, las cinco carreras de la Facultad realizaron, en unión con toda la UCSG, el día de la Casa Abierta, en el que se recibieron a cientos de estudiantes de colegios secundarios de la ciudad y de la provincia, que recibieron información precisa sobre las carreras que se ofrecen y participaron, activamente, en los talleres y foros que se organizaron, con la finalidad de hacerles partícipes de la vida estudiantil, tanto en lo académico como en lo social.

La exposición de trabajos que ocupó el ala izquierda del Salón "Félix Henríques Fuentes", fue altamente elogiada por las autoridades universitarias y los visitantes, los cuáles, a su vez, participaron en los dos talleres de simulación profesional, organizados por los directivos de la carrera.

Del 19 al 22 de octubre, la Carrera Diseño de Interiores planificó, organizó y llevó a cabo el Seminario-Taller Internacional "Reciclaje y





Sustentabilidad en el Diseño Interior”, que contó con la participación de conferencistas nacionales y extranjeros, de reconocida trayectoria, quienes expusieron sus experiencias y proyectos, propios y ajenos, encuadrados dentro de la temática del evento.

Tanto el ciclo de charlas, como el taller, estuvieron complementados por una exposición de stands, pertenecientes a firmas de la localidad, que mostraron sus productos, unos relacionados directamente con el objetivo principal del Seminario, y otros vinculados con el diseño interior en general.

Cabe destacar y agradecer la participación del estudiantado de la carrera, que se hizo presente, no sólo en el diseño y montaje de la Sala de Conferencias y los stands, sino en la organización y control de todo el evento.

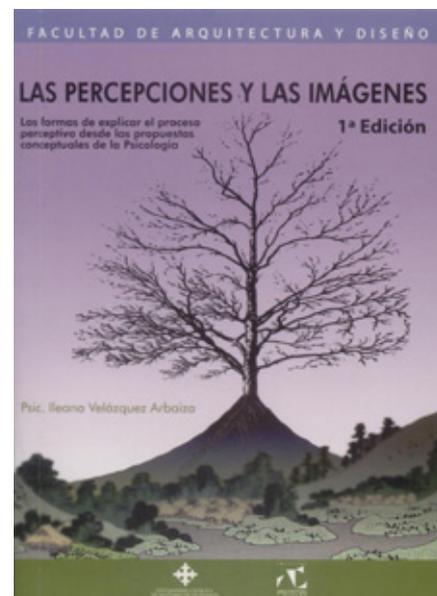
CARRERA DE GESTIÓN GRÁFICA PUBLICITARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO



El día sábado 6 de marzo de 2010, los estudiantes de la Carrera de Gestión Gráfica Publicitaria de la Facultad de Arquitectura y Diseño entregaron al Dr. Víctor Maridueña, Presidente del Hospital de Niños León Becerra, gigantografías “La familia con un rol protagónico en la formación del niño” para el Hospital de Niños “León Becerra.

En la gráfica aparecen los estudiantes de la carrera, el docente Dis. Franklin Heredia, el Dr. Víctor Maridueña, y la Arq. María Fernanda Compte Guerrero, Directora de la Carrera.



Presentación del libro “Las percepciones y las imágenes” de la Psic. Ileana Velázquez, docente de la carrera, para la cátedra de Psicología de la Percepción. Jueves 13 de mayo.

Suscripción de convenios para Prácticas Preprofesionales de los estudiantes de la carrera de Gestión Gráfica Publicitaria, con las empresas: Publijema Cía. Ltda., Tacto: Estrategias de Comunicación; Grupo Nova Imagen; y Aquelarre.

IPUR

INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN URBANA Y REGIONAL

Proyectos de investigación convocatoria SINDE 2009 que se encuentran en ejecución por docentes e investigadores de la Facultad de Arquitectura y Diseño.

HÁBITAT POPULAR

1. Evaluación de experiencias de Autoconstrucción asistida técnicamente en Guayaquil: casos Hogar de Nazaret y San Ignacio de Loyola (Financiamiento: SINDE, UCSG)

Ivette Arroyo - ivette.arroyo@ucsg.edu.ec

Paola Siclari - psiclari@yahoo.com

2. Análisis del proceso de crecimiento físico y formas de financiamiento de las viviendas en la cooperativa 15 de Agosto del Guasmo Sur de Guayaquil

Néstor Morán - nestor.moran@ucsg.edu.ec

3. Caracterización socioeconómica de los habitantes de las zonas urbanas marginales más pobres de Guayaquil

Rosa Edith Rada - rrada@ucsg.edu.ec

4. Definición de las necesidades y deseos de las familias de zonas urbanas marginales más pobres de Guayaquil que determinen las características de habitabilidad y calidad para el diseño de una vivienda

Rosa Edith Rada - rrada@ucsg.edu.ec

PLANIFICACIÓN URBANA

5. Indicadores urbanos de clasificación para los asentamientos precarios en Guayaquil

Felipe Huerta - huertallona@hotmail.com

6. Aproximación inicial al metabolismo urbano de la ciudad de Guayaquil

John Dunn - dunnarq@gmail.com

7. Evaluación y Actualización de Indicadores Urbanos para la ciudad de Guayaquil

Ivette Arroyo - ivette.arroyo@ucsg.edu.ec

EDIFICACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

8. Planta piloto de eco-materiales (Financiamiento: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología & UCSG)

Jorge Morán Ubidia - rimancer@telconet.net

Rosa Edith Rada - rrada@ucsg.edu.ec

ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

9. Metodología para evaluar consumo energético en edificaciones ubicadas en clima cálido húmedo

Gabriela Zapata - mgabyzp@hotmail.com

MEDIO AMBIENTE

10. Programa de Manejo de Residuos Sólidos para la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Alby Aguilar - albyaguilar@mac.com

ENSEÑANZA DEL DISEÑO, LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO

11. Propuesta de software educativo para la enseñanza de la geometría a diseñadores y arquitectos

Jorge Kalil - jorge.kalil01@ucsg.edu.ec

IDENTIDAD, PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y URBANO

12. Análisis tipológico formal de la Arquitectura Popular de Guayaquil

Florencio Compte - florencio.compte@ucsg.edu.ec

13. Los procesos identificatorios: la apropiación de los espacios y el sentido de pertinencia en la construcción de la identidad en la comunidad de estudiantes

Claudia Peralta - cloperalta@hotmail.com

COMUNICACIÓN VISUAL

14. Aporte de las representaciones comunicacionales en la configuración de la Identidad Urbana del Adulto Joven en la ciudad de Guayaquil

Ileana Velázquez - ileanavelazarb@hotmail.com

CONSULTORÍAS EJECUTADAS PARA EL MINISTERIO COORDINADOR DE PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL EN EL AÑO 2009

1. Proyecto de Investigación para el Expediente de Declaratoria de la Arquitectura del Siglo XX en el Área Central de Guayaquil

Florencio Compte - florencio.compte@ucsg.edu.ec

2. Investigación Patrimonial en los Barrios Orellana y del Salado en la ciudad de Guayaquil

Claudia Peralta - cloperalta@hotmail.com

3. Estrategias de manejo y conservación patrimonial para profesionales y técnicos de las provincias de Santa Elena, Guayas, Los Rios y El Oro

Ma. Fernanda Compte - maria.compte@ucsg.edu.ec



Participación del Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en el V Foro Urbano Mundial

V Foro Urbano Mundial: El derecho a la ciudad. Uniendo lo urbano dividido
Rio de Janeiro, Marzo 22 al 26 de 2010



FIG. 1: Participación de la Arq. Ivette Arroyo durante el Evento Paralelo implementado por el IPUR, la acompañan en la mesa de izq a derecha: Paola Sclari (ReLAC, Chile), Mario Rodriguez (Costa Rica) y Johnny Åstrand (HDM, Suecia)

El Foro Urbano Mundial (FUM) se ha convertido en la última década en el evento mundial más importante sobre ciudades, en el cual se discuten los problemas urbanos más apremiantes que enfrenta el mundo en la actualidad; tales como el rápido crecimiento urbano y su impacto en los pobres urbanos, las ciudades, la economía, el cambio climático y las políticas urbanas. Uno de los mayores desafíos mundiales es disminuir la pobreza en las ciudades, mejorar el acceso de los pobres urbanos a la vivienda, agua y saneamiento para lograr un desarrollo y crecimiento urbano sostenible.¹ El FUM se realiza cada dos años, reuniendo a líderes mundiales en materia de estudios sobre la ciudad, representantes de la academia, gobiernos locales y centrales, organizaciones no gubernamentales, agrupaciones gremiales, investigadores y profesionales particulares. El tema central del V Foro Urbano Mundial fue "El derecho a la ciudad. Uniendo lo urbano dividido", contó con la asistencia de 13,718 participantes provenientes

de 150 países. El programa fue muy variado e incluyó: diálogos y debates temáticos, sesiones especiales, mesas redondas, eventos de redes, eventos paralelos, eventos de capacitación y una exhibición de innovaciones en desarrollo urbano para ciudades más inclusivas. En una rueda de prensa posterior al FUM V, Sharad Shankardass (2010)², Vocero de UN-Habitat, destacó que los temas tratados incluyeron el derecho a la ciudad, acciones para mitigar la inequidad social, y aumentar el acceso a la vivienda, infraestructura, ingresos económicos y servicios básicos para los habitantes de las ciudades del mundo.

¹ UN-Habitat, 2010, *World Urban Forum V*, <http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=584>, Mayo 31/2010

² UN-Habitat, 2010, *Press Conference by UN-Habitat on Conclusion of Fifth World Urban Congress*, <http://www.unhabitat.org/video.asp?cid=8142&catid=9&typeid=60&subMenuId=0>, Mayo 31/2010



FIG. 2: Participantes del evento paralelo implementado por el IPUR, que incluyeron representantes diferentes países como de Argentina, Bangladesh, Bélgica, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, España, Estados Unidos de Norteamérica, Finlandia, Ghana, Holanda, Italia, Malawi, Nicaragua, Nueva Zelanda, Palestina, Perú, Sudán, Suecia, Tanzania, Uruguay y Zimbawe.

En este contexto, el Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR) de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, implementó el evento paralelo “Autoconstrucción asistida técnicamente en Guayaquil-Ecuador: Evaluación de Impacto”, en cooperación institucional con el Housing Development & Management (HDM)-Lund University, Suecia; y la Red de seguimiento, evaluación y sistematización en América Latina y el Caribe (ReLAC). El evento se realizó el miércoles 24 de marzo, de 12h30 a 13h30 en el salón W2-5 con capacidad para 100 personas, el cual estuvo lleno durante todo el evento. Se contó con representantes de 26 nacionalidades, entre los participantes se destacaron el Padre José Van der Rest, Fundador de Hogar de Cristo en Chile y Ecuador; Dr. Ing. Ind. Julián Salas, Director de la Cátedra de Habitabilidad Básica de la Universidad Politécnica de Madrid-España; Joamm Gawlat, Viceministra de Vivienda de la República de Ghana; Edín Martínez, Viceministro de Vivienda-El Salvador; Han Verschure y Boris Scheer, ASRO, K.U. LEUVEN-Bélgica. Se contó además con la participación de varios de directores y representantes de ONGs, gobiernos locales y seccionales, la academia y otros expertos en materia de vivienda.

El evento se caracterizó por presentar una perspectiva internacional de la autoconstrucción asistida técnicamente en



FIG. 3: Participación del Padre Van der Rest (Hogar de Cristo Chile) durante el foro de preguntas del Side Event.

países en vías de desarrollo, incluyendo experiencias de Suecia, Costa Rica, Túnez y Filipinas; así como el caso puntual de Hogar de Nazaret, que fue implementado por Corporación Hogar de Cristo en Guayaquil al inicio de los 90, y que está siendo evaluado actualmente por el IPUR. El moderador del evento fue el Ing. Mario Rodríguez, experto en autoconstrucción y miembro del Directorio de varias ONGs en Centroamérica. La primera ponencia con la temática “Autoconstrucción asistida: una herramienta para aliviar la pobreza”, la realizó el Arq. Johnny Åstrand, Director del Housing Development & Management (HDM), Lund University. A continuación se presentó un breve reportaje sobre el proyecto de autoconstrucción asistida Hogar de Nazaret, que fue producido por el canal de televisión de la UCSG. La siguiente ponencia la realizó la Arq. Paola Siclari, Miembro de la Red Latinoamericana de Evaluación (ReLAC), enfocándose en el diseño de la evaluación. La tercera ponencia con la temática “Autoconstrucción asistida técnicamente en Guayaquil-Ecuador: Resultados preliminares” estuvo a cargo de la Arq. MSc Ivette Arroyo de Arámbulo, Directora del Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Posteriormente se realizó un foro de preguntas a los panelistas e intervenciones breves de experiencias de algunos de los participantes.

AUTORES

Arq. MSc Ivette Arroyo, Directora del IPUR

Ana María Arcos, Investigadora Junior

ARQUITECTURA

Ten solo una cosa en mente...
...estudia con nosotros

Misión

La carrera de arquitectura de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, tiene como misión la formación superior integral de calidad de profesionales creativos y capaces de resolver problemas de diseño y construcción de espacios, urbanos y arquitectónicos, acordes con nuestra identidad y valores autóctonos y en beneficio del medio ambiente y los intereses colectivos, a través del uso de técnicas modernas de aprendizaje y tecnología de punta y del desarrollo de la investigación.

Visión

Convertir a la carrera de arquitectura en el referente, como ente crítico con carácter analítico y propositivo, del desarrollo de planes urbanos y de la arquitectura de la región y, particularmente, de la ciudad de Guayaquil, como elemento constitutivo de la identidad cultural y en la búsqueda de una ciudad humana y justa.

www.ucsg.edu.ec
e-mail facarqdis@ucsg.edu.ec
arquitectura@ucsg.edu.ec

informes e inscripciones ►

Av. Carlos Julio Arosemena Km. 1 1/2 PBX-2200864-2206950 Ext-1209 / 1202 de 07h00-20h00



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



FACULTAD
ARQUITECTURA
Y DISEÑO



creatividad

es nuestro segundo nombre

ESTUDIA GESTIÓN GRÁFICA PUBLICITARIA

Misión

La carrera de Gestión Gráfica Publicitaria tiene como misión la formación completa e integral de profesionales creativos y capaces de resolver, de los problemas que se presentan en la ciudad de Guayaquil y el país en general en el ámbito de la gráfica y la comunicación publicitaria; y de gestión gráfica y la comunicación publicitaria, profesionales socialmente responsables, comprometidos y plenamente identificados con el medio en el que se desenvuelven y con su realidad social.

Visión

Convertir a la carrera de Gestión Gráfica Publicitaria en un referente crítico y analítico de los problemas que se presentan en la ciudad de Guayaquil y el país en general en el ámbito de la gráfica y la comunicación publicitaria, siendo concientes de nuestra identidad cultural.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



FACULTAD
ARQUITECTURA
Y DISEÑO

informes e inscripciones ► Av. Carlos Julio Arosemena Km. 1 1/2 PBX-2200864-2206950 Ext-1209 / 1202 de 07h00-20h00

www.ucsg.edu.ec

e-mail facarqdis@ucsg.edu.ec

gestion_grafica@ucsg.edu.ec

INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

administra
eficientemente
la construcción

estudia con nosotros la mejor forma
de concretar tus proyectos

e-mail facarqdis@ucsg.edu.ec

ing_adm_construcción@ucsg.edu.ec

www.ucsg.edu.ec

Misión

Formar profesionales capaces de planear, dirigir, organizar y controlar proyectos de construcción con un alto sentido de eficiencia económica y administrativa, brindando soluciones eficaces a las problemática actual y futura de la industria de la construcción.

Visión

Se busca atender la demanda de recursos humanos competitivos para la investigación, dirección y ejecución de proyectos, planes, programas y obras de construcción, robusteciendo de esta manera el sector empresarial de la construcción, entendiéndose a éste en su más amplia acepción desde la construcción propiamente dicha hasta la fabricación y procedimiento de ensamble de materiales, además de todos los procesos inherentes a la negociación inmobiliaria tales como el peritaje, la asesoría y la consultoría.



informes e inscripciones ▼

Av. Carlos Julio Arosemena Km. 1^{1/2} PBX-2200864-2206950 Ext-1209 / 1202 de 07h00-20h00