

COLECCIÓN ARQUITECTURA Y URBANISMO INTERNACIONAL

HÁBITAT SUSTENTABLE

II

II

Compiladores: Sergio Padilla Galicia
Víctor Fuentes Freixanet

HÁBITAT SUSTENTABLE



COLECCIÓN ARQUITECTURA Y URBANISMO INTERNACIONAL

HÁBITAT SUSTENTABLE

II

**Compiladores: Sergio Padilla Galicia
Víctor Fuentes Freixanet**

Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Salvador Vega y León

Rector General

M. en C.Q. Norberto Manjarrez Álvarez

Secretario General

Unidad Azcapotzalco

Dr. Romualdo López Zárate

Rector de la Unidad

M. en C.I. Abelardo González Aragón

Secretario de la Unidad

Dr. Anibal Figueroa Castrejón

Director de la División de Ciencias
y Artes para el Diseño

Mtro. Héctor Valerdi Madrigal

Secretario Académica

Dr. Jorge Ortiz Leroux

Jefe del Departamento de Evaluación
del Diseño en el Tiempo

Dra. Elizabeth Espinosa Dorantes

Jefa del Área de Arquitectura
y Urbanismo Internacional

**Comité Editorial de la División
de Ciencias y Artes para el Diseño**

Dr. Miguel Ángel Herrera Bautista

Dr. Eduardo Langagne Ortega

Dr. Gabriel Salazar Contreras

Dr. Francisco Gerardo Toledo Ramírez

Dra. Elizabeth Espinosa Dorantes

Mtra. Gloria María Castorena Espinosa

Mtra. Irma López Arredondo

Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara

Hábitat sustentable II es una publicación de la Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional editada por el Área de Investigación de Arquitectura y Urbanismo Internacional y el Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, en colaboración con el Departamento de Medio Ambiente (Área de Arquitectura Bioclimática).

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco,
Av. San Pablo No. 180,
Col. Reynosa Tamaulipas,
Azcapotzalco, C.P. 02200,
México, D.F.
Tel.: (5) 5318-9179

DR © , UAM Azcapotzalco

ISBN: 978-607-28-0701-3

Coordinador de la edición:

Sergio Padilla Galicia

Editora responsable:

Elizabeth Espinosa Dorantes

Diseño y formación:

Andrés Mario Ramírez Cuevas

Cuidado de la edición:

Ana María Hernández López

Impreso en México. Printed in Mexico
México, D. F., diciembre de 2015.
Primera edición.

Índice

9 Presentación

Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet

URBANISMO

TEMAS Y CONCEPTOS

17 Hábitat sustentable: temas, estrategias y proyectos

Sergio Padilla Galicia

39 Objetivos de un urbanismo sostenible

Elizabeth Espinosa Dorantes

ESTRATEGIAS Y PROYECTOS

55 Proyecto de Interés Regional (PIR) de la Granadilla, Badajoz, Extremadura, España

Jorge Alfonso López Álvarez

ARQUITECTURA

ESTRATEGIAS, PROYECTOS Y APLICACIONES

- 79 Experiencias de sustentabilidad en la arquitectura tradicional de las islas griegas**
Xristos Vassis
- 93 Antecedentes de la sustentabilidad en México. Tres casos de estudio**
Gloria María Castorena Espinosa
- 103 Vivienda sustentable en México**
Aníbal Figueroa Castrejón
- 111 Arquitectura en México ¿sustentable?**
Víctor Armando Fuentes Freixanet
- 123 Arquitectura bioclimática y ahorro de agua en equipos de enfriamiento evaporativo directo**
Luis Carlos Herrera Sosa
- 133 Sustentabilidad en vivienda social: eficiencia energética y energía renovable en ocho zonas bioclimáticas de Argentina**
John Martin Evans y Silvia de Schiller

RELATORÍAS

**147 Hábitat sustentable. Estrategias
y proyectos en diferentes ámbitos
del mundo**

Sergio Padilla Galicia, Elizabeth Espinosa Dorantes
y Víctor Fuentes Freixanet

PRESENTACIÓN

En la actualidad el urbanismo y la arquitectura deben estar orientados al desarrollo de comunidades urbanas y espacios habitables sustentables en ambientes armónicos y equilibrados. Estas prácticas se instrumentan con políticas públicas, proyectos urbanos y arquitectónicos que generan efectos positivos y sostenibles en el ámbito social y medio ambiental. Algunos proyectos relevantes, realizados con criterios de sustentabilidad, abordan temas y proponen formas alternativas para incidir en los problemas y en las constantes transformaciones espaciales a las que está sujeta la ciudad contemporánea, con un énfasis en los problemas sociales y medioambientales. Estas prácticas del hábitat sustentable, con sus enfoques y planteamientos, destacan como una nueva etapa o paradigma en la larga tradición disciplinar de arquitectos y urbanistas.

En esta línea se enmarcan los diferentes temas y casos documentados en el presente libro colectivo. Los contenidos fueron presentados en la segunda edición del Seminario Hábitat Sustentable con el tema “Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo”, realizado en la ciudad de México del 4 al 6 de diciembre de 2013, organizado conjuntamente por las áreas de investigación: Arquitectura y Urbanismo Internacional del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Arquitectura Bioclimática del Departamento de Medio Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, en el marco de un proyecto de investigación más amplio entre los dos departamentos.

Este seminario conjuntó a importantes especialistas de distintos países, quienes compartieron públicamente sus hallazgos, experiencias, inquietudes y propuestas concretas. En este libro se presentan, en forma de artículos y algunos como relatorías de las presentaciones realizadas durante el seminario, planes y experiencias de diversas ciudades. Algunos reúnen conceptos e ideas generales producto de experiencias internacionales aceptadas como válidas; otros aportan conocimiento nuevo y visiones críticas, producto de proyectos de investigación; unos más, muestran experiencias de intervención puntuales o bien constituyen aplicaciones de conceptos, criterios y estándares en contextos específicos. En conjunto, representan una muestra pequeña, pero significativa de temas y situaciones interesantes, y constituye un aporte a la discusión actual en el campo del urbanismo y la arquitectura sustentable.

El objetivo del libro es difundir productos de investigación, criterios y lineamientos de políticas urbanas sustentables desarrolladas en los últimos

años, o bien estrategias y proyectos que aportan conceptos, métodos y técnicas de análisis y aplicación en casos concretos a partir del enfoque disciplinar de la arquitectura y el urbanismo sustentable. En total se presentan 15 textos, 9 en formato de artículo de autor y 6 en formato de relatoría realizadas por los editores del libro a partir del material presentado por los autores en el 11 Seminario de Hábitat Sustentable. Los autores, 2 de Argentina, 1 de Brasil, 1 de España, 1 de Grecia y 9 de México, abordaron situaciones y proyectos específicos ubicados en: Argentina, Brasil, Ecuador, España, Grecia y México.

Entre los temas de arquitectura sustentable destacan aquellos que de manera tradicional han desarrollado comunidades singulares en sitios sensibles. Ejemplo de lo anterior es el archipiélago griego formado por más de 6,000 islas catalogadas, de las cuales 117 son habitadas por más de un habitante y 53 por más de 1,000. La filosofía misma y el concepto de la arquitectura y los asentamientos insulares griegos están tradicionalmente ligados a la sostenibilidad. El aprovechamiento del paisaje, la orientación, los materiales de construcción regionales, la organización del espacio conforme a los cambios climáticos, así como otros factores que las condiciones de cada isla imponían, representan estrategias utilizadas a lo largo del tiempo para generar un concepto de diseño bioclimático de la vivienda y, en general, del desarrollo de las concentraciones de construcción que llegaron a ser biotopos singulares en el mundo.

En otro ámbito del mundo, las islas Galápagos, en Ecuador, son únicas y deben considerarse como un “laboratorio de la evolución”; su conservación entra en conflicto con las posibilidades de desarrollo que tienen como destino turístico y el reto de conciliar los recursos económicos y el impacto ambiental. El modelo propuesto consiste en sumar la conservación del hábitat natural a la producción del hábitat construido, mediante estrategias de planificación, diseño y edificación que incorporen armoniosamente los siguientes elementos: uso de materiales locales, deconstrucción o el reciclaje; utilización de mano de obra local disponible; reducción al mínimo del transporte de bienes y, sobre todo, de productos externos a la isla; acciones de mantenimiento permanente; procurar la sustentabilidad con máxima calidad ambiental, mínimo impacto y menor costo; y

una gestión flexible con criterios específicos para cada caso y proyecto.

Otro ejemplo de urbanismo y de arquitectura tradicional sustentable es la experiencia prehispánica mexicana, en particular, la ciudad mexicana de Tenochtitlán, destacando: su trazo urbano, aprovechamiento de los recursos lacustres, medio de producción en parcelas flotantes “chinampas” y la tipología formal, funcional y el esquema arquitectónico de las viviendas, manifestaciones que fueron adecuaciones acertadas al medio lacustre y a las características de un clima templado. En el periodo colonial, se desarrollaron conjuntos arquitectónicos para actividades de educación, seminarios, talleres para el aprendizaje de las artes y los oficios, entre otras; en su construcción y estrategias de diseño, los religiosos españoles se basaron en modelos preestablecidos por cada orden (coincidencia climática favorable) y ejemplos europeos, que aunada a mano de obra local y la propia tradición heredada desde los tiempos prehispánicos, produjeron modelos únicos de gran sensibilidad arquitectónica acorde al clima y empleando materiales regionales.

En México entre el año 2000 y el 2010 se han construido 7.1 millones de viviendas, logro cuantitativo alcanzado a partir de una edificación económica, pero de mala calidad y con muy pocas consideraciones de habitabilidad y ambientales. El enfoque que ha prevalecido es que las ciudades y los edificios funcionan en ciclos abiertos, consumen energía y servicios, desechan calor y basura; por esta razón, es urgente revisar: los retos del diseñador, los compromisos del desarrollador y las obligaciones del gobierno.

El desafío que se plantea a futuro seguirá siendo de tipo cuantitativo, a los que se suman los nuevos requerimientos cualitativos derivados de la transición demográfica y socioeconómica de la población del país, en un contexto de recursos y energía limitada. En los conceptos de urbanismo y arquitectura es imperativo cambiar la perspectiva hacia ciclos cerrados de captación o generación, consumo eficiente, tratamiento y reciclado. Acciones y proyectos académicos como la “Evaluación térmica de la envolvente arquitectónica” de la Red de Arquitectura Bioclimática 2010-2013, con sus resultados y propuestas aplicadas apuntan en esta línea.

Cabe señalar que en años recientes el gobierno mexicano ha llevado a cabo varios programas con carácter sustentable: Hipoteca Verde, Programa de Azoteas Verdes (Gobierno del DF), Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables 2008, Programa de Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables, Norma Mexicana de Edificación Sustentable NMX-AA-164-SCFI-2013 y aplicación de la certificación LEED a edificios. No obstante estos avances y casos aislados exitosos, no existe una política clara que oriente la planificación urbana sustentable y que impulse el desarrollo de la arquitectura bioclimática y sustentable. La sustentabilidad no es un problema aislado tecnológico o ambiental, sino un problema de diseño y es a partir de este punto que pueden abordarse los problemas ambientales, sociales, culturales y la integración de tecnologías apropiadas. Luego entonces, la arquitectura sustentable no puede estar desligada del diseño bioclimático. Es necesario cambiar el paradigma de cómo pensamos y concebimos las ciudades, los desarrollos habitacionales y la arquitectura misma.

En la actualidad se asume que el agua es un recurso escaso y más aún en las zonas desérticas, por lo que su dotación en estas áreas urbanas es limitada, por ejemplo, en el verano, en comunidades del estado de Chihuahua, las autoridades imponen un programa de racionamiento y muchas familias sobreviven con una dotación de agua de 4 o 6 horas al día y, en algunos casos, sólo se suministra dos veces a la semana. Con frecuencia esta dotación es empleada en los equipos de enfriamiento de viviendas de clase media y baja. La propuesta de uso racional del agua en zonas desérticas de México, se fundamenta en la aplicación de estrategias de diseño bioclimático en las viviendas, sobre todo, de protección solar y aislamiento térmico, y la instauración de técnicas de enfriamiento evaporativo indirecto encaminadas a la disminución del consumo de agua de los equipos de enfriamiento, los resultados de la investigación sobre uso racional del agua en estas zonas, reafirman que en climas áridos, evaporar agua es la mejor técnica de enfriamiento posible, pero hay que hacerlo de manera racional, ya que este recurso es limitado.

El proyecto GEF 4861 de Argentina, parte del diagnóstico sobre el uso dispendioso del “capital energético” planteado en el pasado para satisfacer la demanda actual,

sin considerar las necesidades de las generaciones futuras. El objetivo del proyecto es lograr cambios en la concepción de la vivienda con la integración de estrategias bioclimáticas y sistemas solares para las diferentes regiones de Argentina; es decir, proyectar y construir vivienda social en localidades representativas de las regiones bioclimáticas de esa nación, a fin de demostrar la posible reducción del uso de recursos energéticos convencionales en 30% de la vivienda social; medir el comportamiento térmico-energético de las viviendas; verificar las estrategias de diseño y los recursos tecnológicos y evaluar el impacto del equipamiento, uso y operación de la vivienda; así como desarrollar nuevas normas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías renovables para la producción de vivienda social.

En relación con los temas y conceptos para la ciudad sustentable, se plantea que el dilema actual del desarrollo sustentable está en si las economías capitalistas necesitan incrementar los beneficios más que la producción. La situación actual lleva a pensar que se requiere establecer una política de límites, porque de continuar por el mismo camino vamos a una “economía del exterminio”. En la planeación de las políticas públicas, lo cualitativo es el resultado de tres factores: el desarrollo de una visión concreta; la transmisión del conocimiento en su adquisición y aplicación; la legitimización democrática.

Esos factores interactúan en un contexto en donde las contradicciones sociales son antagónicas cuando implican conflicto de intereses económicos, proceso que genera las condiciones internas que hacen necesario el cambio y que requieren definir el sentido de políticas públicas como respuestas sociales a estas nuevas condiciones de gobernabilidad y de gobernanza democrática con visión de cambio.

En términos de aplicación de los conceptos anteriores, se afirma que la morfología urbana tiene que ver con la producción y consumo de energía en las ciudades; así, las ciudades compactas y de alta densidad reducen la necesidad de desplazamientos y consumo de los edificios, pero, por otro lado, también producen un impacto negativo en el microclima urbano y en el potencial de renovación de la energía.

La ciudad sustentable se perfila como una forma compacta con la intención de minimizar los costos de implantación y enriquecer los ambientes y escenas

creadas por las edificaciones, respetando el entorno y valorizando los vacíos dentro de la malla urbana para que exista el espacio público seguro que permita la integración y cohesión social y, así, democratizar los lugares, asegurando, al mismo tiempo, la persistencia del sitio y la conservación del lugar y, con ello, la preservación de la memoria y la cultura. Luego entonces, la ciudad sustentable es, en esencia, una ciudad democrática construida para el hombre, para los ciudadanos. En ella se procura el rescate de las mejores condiciones de vida, reponer las pérdidas y contrarrestar los males producidos por el proceso de crecimiento desordenado de las ciudades. De esta forma, el espacio sustentable se refiere a la manutención y preservación de la diversidad de culturas, valores y prácticas existentes, que integran, a lo largo del tiempo, las identidades de los pueblos. La construcción del hábitat sustentable es una cuestión urbana que se apoya en la sustentabilidad cultural, así como en la sustentabilidad social, en tanto que objetiva la mejoría de la calidad de vida y la reducción de los niveles de exclusión y tiene como premisa que los aspectos ambientales informan y dan forma a los diferentes proyectos de intervención urbanística; el ambiente aquí incluye los aspectos naturales, el clima, la cultura y la historia del lugar.

Hay consenso en precisar que el objetivo general de un urbanismo sostenible es potenciar la complejidad funcional urbana con diversidad de usos, tipologías edificadas e interacción social, así como una correcta adecuación de los edificios y de la trama urbana con el medio natural, lo que es fundamental para conseguir un espacio urbano de calidad. Sin embargo, no se trata de aplicar recetas ni soluciones preestablecidas, ya que las opciones de transformación deben surgir del análisis del sitio y de las condiciones locales.

Por tanto, para lograr un urbanismo sostenible se definen cuatro objetivos primordiales, ya que cada sitio, con su entorno y características, necesita de medidas específicas: a) crear ciudad y no urbanización, estimulando la creación de ciudades compactas, complejas y eficientes mediante la realización de proyectos urbanos integrales conectados a la estructura urbana; b) ordenar la expansión urbana, lo que conlleva limitar la dispersión urbana y ocupación masiva del territorio; c) retomar la ciudad como un proyecto, con la definición,

implantación y desarrollo de un modelo de ciudad; d) aumentar la complejidad urbana en los tejidos existentes, mediante la realización de conjuntos de actividades mixtas y de intensiva edificabilidad.

Como componente fundamental de la movilidad urbana el transporte público, entre otros aspectos, presenta los siguientes desafíos: deterioro ambiental, efectos negativos sobre la salud de las personas, accidentes, congestión, mala calidad del transporte público, poca regulación y coordinación institucional. Para atender esta problemática se plantean cuatro políticas clave de la movilidad sustentable: desarrollo urbano planeado; priorizar el transporte público de calidad; desalentar el uso del automóvil; y facilitar e impulsar el transporte no motorizado. Estas políticas deben ser desarrolladas de manera integrada, asumiendo que la problemática de la movilidad sustentable no es, en esencia, un aspecto técnico ni económico, sino, en lo fundamental, un asunto de decisión política y de participación ciudadana.

En otro tema, es indudable la importancia de las áreas verdes urbanas en la prestación de servicios ambientales y sociales. Sin embargo, no siempre se puede hablar de sustentabilidad por la simple presencia de vegetación, ya que la masa arbórea urbana debe tener ciertas condiciones para que cumplan estas funciones. La estrategia para los espacios verdes urbanos debe contemplar la creación de un sistema de áreas verdes en las ciudades, basado en: su funcionalidad, es decir, ponderando el papel y objetivos que cada una de las tipologías o categorías de áreas verdes desempeña; accesibilidad, esto es, la conectividad sistémica y movilidad tanto geográfica como características entre una y la otra; el mantenimiento y preservación, esto es, recursos, presupuesto y acciones de acuerdo a objetivos; su gestión y atención apropiada; y la existencia de leyes y reglamentos bien definidos y adecuados para cada una de las tipologías de áreas verdes.

Un proyecto relevante en el urbanismo sustentable es el Proyecto de Interés Regional (PIR) “La Granadilla”, para 1,640 viviendas sociales, realizado en el contexto socioeconómico de España en 2005 y en el marco de las políticas de urbanismo y vivienda gestionado por la Inmobiliaria Municipal de Badajoz. Este proyecto se plantea bajo el concepto de un desarrollo

urbano sustentable y con criterios de diseño bioclimáticos; con una ordenación urbana y un trazo básico que se integra a la trama urbana preestablecida, corrigiéndola con nuevas alineaciones más adecuadas al asoleamiento y ventilación. Se crean submanzanas que se organizan en torno a espacios verdes y abiertos y a lo largo de ejes verdes, cruzados por recorridos peatonales, vinculando estos flujos hacia la orilla del río. En el diseño urbano de las edificaciones, no mayores a ocho pisos, y en los proyectos de las viviendas, se introducen conceptos bioclimáticos para garantizar su adecuación al clima. Las arquitecturas no son homogéneas, se permite una gran libertad de diseño arquitectónico regulado en ordenanzas que salvaguardan la imagen del conjunto y la eficacia bioclimática.

Por último, del ámbito académico se presentó el Programa “Proyecto Prometeo: innovación en educación e investigación”, Quito, Ecuador. Con base en la política nacional de mejoramiento académico, a partir de nuevas exigencias del perfil docente y del renovado énfasis en la investigación, el programa tiene como objetivos: acelerar el proceso de transformación académica, recuperar doctores ecuatorianos que se encuentren en el exterior, apoyar el desarrollo de posgrados e investigación, así como impulsar la capacitación y docencia especializada. Este programa de fortalecimiento plantea la vinculación de doctores, extranjeros o ecuatorianos residentes en el extranjero, con universidades y organismos públicos en estancias con una duración entre 4 meses y un año para el desarrollo de proyectos de investigación, docencia de grado y posgrado, capacitación, apoyo al desarrollo de políticas públicas, establecimiento de redes académicas y gestionar financiamiento para la investigación. Sin duda, el programa en el futuro rendirá frutos que se apreciarán en un mejoramiento de las actividades científicas y tecnológicas del país.

La integración de un libro colectivo es labor de muchas voluntades y esfuerzos, por lo que agradecemos, en primer lugar, a los autores que aportaron sus trabajos e hicieron posible esta compilación. Principalmente son investigadores académicos especializados en el tema, pero también algunos son arquitectos y urbanistas que realizan proyectos, asesoría y propuestas concretas de intervención en el hábitat, ya sea como profesionales independientes o en

oficinas de consultoría. En orden alfabético son: Bernardo Baranda Sepúlveda, Marta Adriana Bustos Romero, Gloria Castorena Espinosa, Silvia de Schiller, Elizabeth Espinosa Dorantes, Víctor Fuentes Freixanet, Aníbal Figueroa Castrejón, Esperanza García López, Luis Carlos Herrera Sosa, Jorge Alfonso López Álvarez, John Martín Evans, Sergio Padilla Galicia, Hermilo Salas Espíndola y Xristos Vassis. Hacemos extensivo nuestro reconocimiento a las instituciones donde han desarrollado sus investigaciones y trabajos: Instituto de Políticas Públicas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), México; Universidad de Brasilia (UB), Brasil; Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) México; Universidad ISTMUS-Norte, México; Despacho de consultoría independiente–Ayuntamiento de Badajoz, España; Universidad de Buenos Aires, Argentina y SENESCYT, Ecuador; y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La publicación de este libro ha sido posible también al trabajo y esfuerzo de los miembros de las áreas de investigación de Arquitectura y Urbanismo Internacional y de Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. La edición estuvo a cargo de Elizabeth Espinosa Dorantes, con el apoyo de Pedro Alejandro López y Ana Elena Fonseca Reyes; el cuidado de la edición y la revisión de los textos fueron realizados por Ana María Hernández López y el diseño original y formación por Andrés Mario Ramírez Cuevas. A todos ellos nuestro agradecimiento.

Los artículos que se compilan en este segundo libro sobre Hábitat Sustentable, nos proporcionan perspectivas urbanísticas y arquitectónicas sustentables de actualidad, contribuyendo así al debate de los problemas ambientales. Las áreas de investigación participantes de la UAM-Azcapotzalco difunden al público experto, y a la sociedad en general, el trabajo y esfuerzo desarrollado por académicos y profesionales mexicanos y extranjeros, con el fin de promover temas y prácticas relevantes de arquitectura y el urbanismo sustentable en el ámbito mundial.

Sergio Padilla Galicia
 Víctor Fuentes Freixanet
Ciudad de México,
noviembre de 2015.



URBANISMO



Sergio Padilla Galicia

Hábitat sustentable: temas, estrategias y proyectos

PALABRAS CLAVE:

hábitat sustentable, urbanismo y arquitectura sustentable, temas de sustentabilidad, estrategias sustentables tendencias en la arquitectura y el urbanismo

KEYWORDS:

sustainable habitat, sustainable architecture and urbanism, issues of sustainability, sustainable strategies, trends in architecture and urbanism

RESUMEN

El urbanismo sustentable se orienta al desarrollo de comunidades urbanas en ambientes armónicos y equilibrados; se instrumenta en políticas públicas y proyectos urbanos que generan efectos positivos y sostenibles en el ámbito social y medioambiental. El presente artículo aborda temas generales y proyectos específicos que marcan tendencias en el fenómeno urbano y en las prácticas del urbanismo y la arquitectura sustentable en diferentes ámbitos del mundo. Se trata de textos presentados en el primer Seminario de Hábitat Sustentable organizado por la UAM-Azcapotzalco. Las prácticas del hábitat sustentable, con sus enfoques y planteamientos, deben ser vistas como una nueva etapa o paradigma en la larga tradición disciplinar de arquitectos y urbanistas. Las experiencias internacionales que se presentan son una muestra limitada, pero representativa, de la multiplicidad de temas y casos que hoy están dando impulso a la arquitectura y el urbanismo sustentable en el ámbito mundial.

ABSTRACT

The sustainable urbanism focus into the development of urban communities in an harmonic context. This new practices have been arranged through public policies and urban projects with positive impacts in social and environmental terms. The article identifies general topics and specific projects that establish trends in the urban phenomena and the new sustainability practices in the entire world. These topics were exposed in the last ten editions of the International Urbanism Seminary (SUI), organized by the Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco (UAM-A). This selection of topic and projects is only a little showcase of the enormous possibilities of situations that nowadays are driving the architecture and sustainable urbanism in the world.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
pgs@correo.azc.uam.mx
serpadilla@prodigy.net.mx

Introducción

En este artículo se entiende por “Hábitat” al espacio que reúne las condiciones adecuadas para que el ser humano pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia; por lo tanto, se refiere al lugar en donde se puede habitar o morar, es decir, al lugar que ofrece las condiciones adecuadas para que un determinado grupo humano pueda vivir, de lo contrario no sería “habitabile”. Mientras que sustentable alude a las condiciones de habitabilidad basadas en las potencialidades propias de medio ambiente y del ecosistema particular del emplazamiento y del grupo social residente. Aunque el concepto “hábitat sustentable” es muy amplio, en general, se le da una connotación de actualidad en un ámbito urbano. Lo cierto es que el hábitat sustentable se ha dado de manera natural a lo largo de la historia en los más distintos ámbitos del mundo (Freixanet, Víctor y González Mejía, Olinka, 2012:243-262) (*Figura 1*).

En las postrimerías del siglo xx ya se tenían documentos que abordaban el concepto y pretendían definir los principios del desarrollo sustentable, entre los más significativos están: “La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo y Agenda 21 (1992)”. El planteamiento general de estos documentos señala que el desarrollo contemporáneo no puede agravar las condiciones para las generaciones futuras. Este principio y las ideas que se derivan del mismo, fueron incorporados por los países en sus estructuras administrativas locales y en los procesos de planificación y toma de decisiones, al mismo tiempo que arquitectos y urbanistas en diferentes latitudes se esforzaron en aplicar estas propuestas y ponerlas en práctica (Del Río Ojeda, Javier, 2012:229-242).

En la actualidad se asume que las prácticas del urbanismo están orientadas al desarrollo de comunidades urbanas sustentables en ambientes armónicos y equilibrados. Estas prácticas del urbanismo sustentable, con sus enfoques y planteamientos, deben ser vistas como una nueva etapa en la larga tradición disciplinar de arquitectos y urbanistas.

En el presente artículo se abordan, de manera sintética, los temas sobre situaciones y proyectos de ciudades como: Alemania, Brasil, Chile, EUA, México y Portugal que se presentaron en el *Seminario de Hábitat*

Sustentable en noviembre y diciembre de 2011. Los contenidos se vinculan a partir de los diferentes tópicos de la sustentabilidad; algunos casos enfatizan su atención en temas o aspectos ambientales donde el uso racional de los recursos naturales —ahorro de energía y del agua— y reducción de emisiones de CO₂ son las características dominantes. También están los proyectos comprometidos socialmente, que procuran una ciudad habitable y llevan a cabo acciones para mejorar la calidad de vida de la personas. En lo económico, destacan las estrategias que buscan elevar la competitividad de las metrópolis y posicionarlas en la red global de ciudades con proyectos factibles económicamente y que articulan importantes inversiones (*Figura 2*).

El *Seminario de Hábitat Sustentable* es un foro académico cuya finalidad es profundizar en los procesos inherentes al desarrollo y prácticas del urbanismo y de la arquitectura sustentable, mediante la presentación y discusión de casos relevantes en diferentes ámbitos del mundo; es promovido y organizado por el Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y el Área de Arquitectura Bioclimática del Departamento de Medio Ambiente de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Azcapotzalco, México. El primer Seminario de Hábitat sustentable fue realizado en la UAM-Azc., del 30 de noviembre al 2 de diciembre de 2011 y contó con la participación de 17 conferencistas: 1 de Alemania, 1 de Portugal, 1 de Chile, 1 de Brasil y 13 de México. Congregó a más de 90 personas, entre estudiantes de arquitectura y urbanismo, profesores de la UAM y de otras instituciones, así como profesionales y especialistas interesados en la temática del seminario. Ese mismo año se compilaron y editaron las ponencias del primer seminario en formato digital y en el 2012 se publicó el libro *Hábitat Sustentable*.

Urbanismo: temas, conceptos y políticas urbanas sustentables

Algunos trabajos expuestos en el Seminario, recuperan conceptos que fundamentan experiencias exitosas de urbanismo sustentable. En el proceso de urbanización

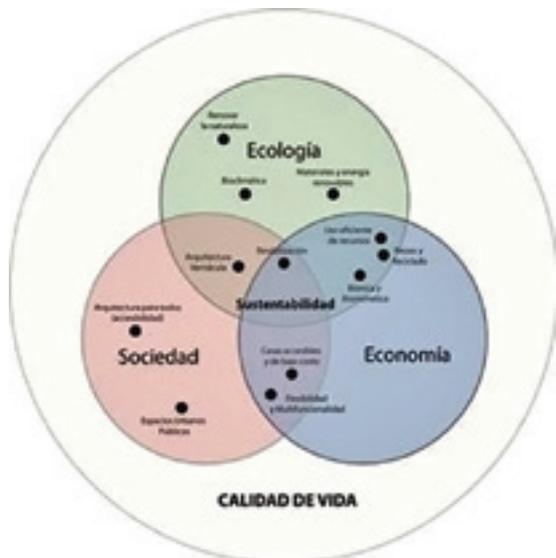


Figura 1. Las dimensiones de la sustentabilidad (F. Víctor y González M. Olinka, 2012, *op. cit.*).

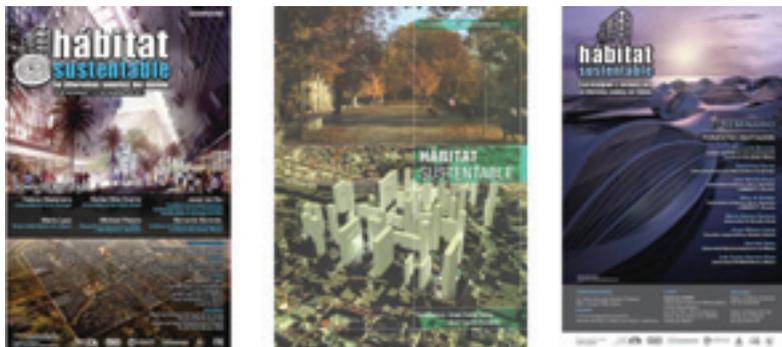


Figura 2. Carteles de los eventos y publicaciones del Seminario Hábitat Sustentable (Sergio Padilla, 2012).



Figura 3. Frente de agua en la reconversión urbana (Elizabeth Espinosa, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., 2011).



Figura 4. Postdamer Platz en Berlín. Proyecto urbano en la ciudad compacta y diversa (Espinosa D. Elizabeth, *Ibid.*).

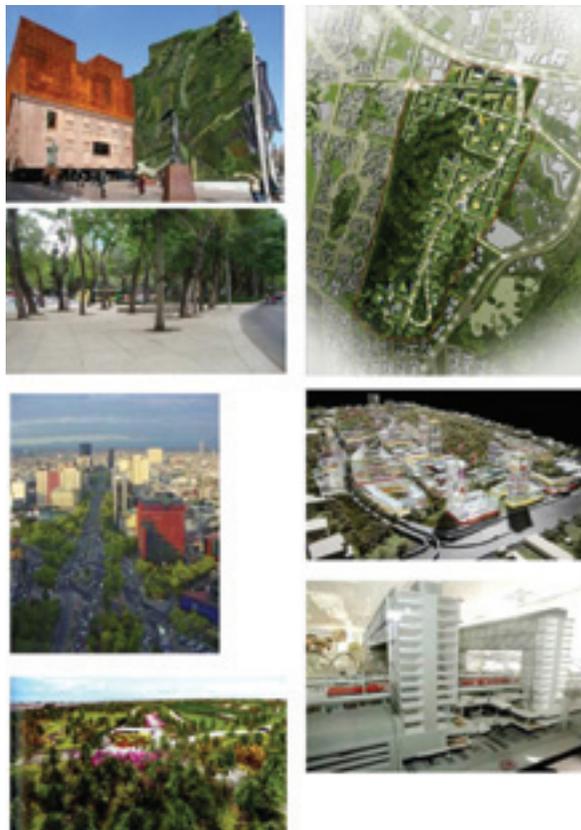


Figura 5. Estrategias para la ciudad compacta y compleja (Espinosa D. Elizabeth, *Ibid.*).

mundial, sobre todo desde fines del siglo xx, es recurrente el valor otorgado y la ponderación que se coloca en la rentabilidad económica de la construcción del espacio urbano, dejando de lado los valores y cualidades de la matriz biofísica y social del territorio, lo que lleva a la producción de hábitat que se caracteriza por la expansión y fragmentación urbana y por patrones de edificación que generan impactos en el medio natural y baja calidad de vida. En respuesta a esta situación surge en 1990 el *Libro Verde del Medio Ambiente Urbano*, que plantea la ordenación del espacio urbano, mediante la promoción de un modelo de ciudad compacta y compleja. Se trata de la recopilación de principios del desarrollo urbano, que desde la perspectiva europea, deben atenderse para formar una amplia política que permita la obtención de una ciudad sustentable (Figuras 3 y 4).

Este documento se concibe como estrategia ambiental y urbana en España y señala los principales

desafíos para conseguir ciudades más sostenibles, centrándose en ámbitos temáticos. Asimismo, identifica y simplifica los principales conflictos del proceso urbanizador, como son (Espinosa, Elizabeth, 2012:55-70):

- Ciclos de urbanización acelerada
- Insularización de los sistemas naturales
- Sellado del suelo
- Consumo masivo de energía, agua y materiales
- Transporte motorizado
- Deterioro del espacio público

A partir de este diagnóstico se establecen objetivos para lograr un modelo de ciudad compacta y compleja:

- Crear ciudad y no urbanización
- Ordenar la expansión urbana
- Promover a la ciudad como un proyecto
- Vincular la urbanización con los equipamientos
- Aumentar la complejidad urbana

Los que son instrumentados en las siguientes líneas de actuación:

- Potenciar la implantación de actividades densas en conocimiento.
- Limitar el desarrollo de actividades monofuncionales.
- Conseguir proximidad del trabajo y residencia.
- Integrar los espacios de alto valor ecológico en la red de espacios públicos y verdes de la ciudad.
- Reducir el sellado e impermeabilización del suelo (urbanización de bajo impacto).
- Desarrollo urbano vinculado a fuentes locales de energía y asociado al ciclo de agua en su expresión local (captación de agua de lluvia, reutilización de agua usada).
- Urbanismo de tres niveles.
- Control local de la gestión de recursos y residuos (reducir, reutilizar y reciclar) (Figura 5).

Bajo el concepto de sustentabilidad se han propuesto muchos proyectos y acciones de todo tipo: “ciudades sustentables” como nuevos grandes proyectos: *Masdar City* y *Ras Al-Khaimah Eco-City Development* en los Emiratos Árabes Unidos o *Dongtan* en China, casi como utopías convertidas en realidad, proyectos muy polémicos ya que son construcciones basadas en alta tecnología y hábitats artificiales insertos en su medio ambiente y



Figuras 6 y 7. Dongtan. Ecociudad en China (Göbel, Christof, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., *op. cit.*).



Figura 9. Proyecto de ciudad sustentable de la firma AS&P (Göbel, Christof, *Ibid.*)

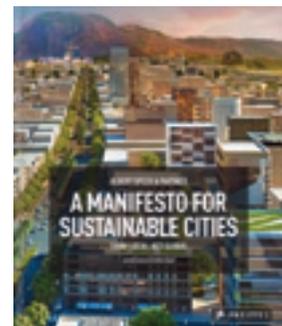


Figura 8. Portada del libro *Un manifiesto para ciudades sustentables. Piensa local, actúa globalmente* (Göbel, Christof, *Ibid.*).

soportados por altos consumos de recursos y energía; por otra parte, como señala el arquitecto Albert Speer estos proyectos son muy pequeños y caros como alternativa de espacio habitable para los requerimientos de las nuevas masas urbanas que el crecimiento demográfico y la urbanización plantean en el futuro, principalmente en regiones como Asia, África y América Latina (*Figuras 6 y 7*) (Göbel, Christof, 2012:35-54).

El libro de Jeremy Gaines y Stefan Jäger sobre el trabajo de la firma *AS&P*, de Frankfurt, Alemania: *Un manifiesto para ciudades sustentables. Piensa local, actúa globalmente*,¹ reúne la experiencia de más de cuarenta años del arquitecto Speer y su equipo, diseñando comunidades ecológicamente sensibles en todo el mundo, se compilan, asimismo, sus proyectos más innovadores que satisficieron la matriz de las demandas sociales, económicas y ambientales del siglo XXI, a partir de una variedad de conceptos orientados hacia la sustentabilidad urbana resumida en diez capítulos o “mandamientos” (*Figura 8*):

- I. Combinar teoría y sentido común
- II. Ver ‘Brownfield’ (áreas previamente urbanizadas), no ‘Greenfield’ (terrenos vírgenes)
- III. Disminuir energía, minimizar tecnología
- IV. Mantener espacio abierto
- V. Crear una identidad clara
- VI. Pensar en ciclos globales, no en sectores: evitar beneficios a corto plazo por ganancias al largo plazo
- VII. No dejar que los modos de transporte compitan por el espacio: la movilidad actual fomenta la inmovilidad
- VIII. Fomentar la participación cívica
- IX. Obtener las bases correctas antes de construir una ciudad
- X. Dar prioridad a la tres E: Ecología, Economía y Equidad

A partir de estos preceptos se desarrollaron temas para la reorganización de ciudades, tales como: envejecimiento, conservación de recursos, densidad urbana, zonificación y nuevas tecnologías; aplicándose en proyectos para ciudades tan diversas como: Shanghái, Bakú, Cairo, Changchun, y Frankfurt/ Main, lo que en suma constituyó un compendio de ideas y prácticas

urbanísticas innovadoras. A pesar de estas importantes referencias individuales sobre un trato más respetuoso al medio ambiente, las “ciudades sustentables” continúan siendo una aspiración de urbanistas y gobernantes (Göbel, Christof, 2012:35-54) (*Figura 9*).

Movilidad sustentable y transporte público

El concepto de movilidad busca ser más amplio que el simple transporte de personas y mercancías de un origen a un destino. Este concepto guarda una estrecha relación con el entorno, el medio ambiente con vistas a mejorar las condiciones de los habitantes. De esta forma, el tema se sitúa en relación a las pautas de desplazamiento de las personas y mercancías en los centros urbanos, y de los comportamientos de los habitantes urbanos en el uso de la ciudad y el espacio público.

En la ciudad contemporánea las personas se mueven intensamente utilizando diversos medios y modos de desplazamiento. En las grandes y medianas ciudades, principalmente de países en vías de desarrollo, la movilidad tiende a incrementarse por la diversificación de las actividades de la población y de un inadecuado modelo de ordenamiento urbano.

La calidad de vida en las ciudades está determinada, entre muchos otros factores, por la calidad del transporte público, ya que el mal funcionamiento de los sistemas de transporte urbano genera congestión vehicular, accidentes y graves problemas de contaminación atmosférica y producción de Gases de Efecto Invernadero. Actualmente, en la ciudad de México, los sistemas de transporte generan cerca del 80% de las emisiones contaminantes, aportan el 25% del CO₂; asimismo, se estima que anualmente mueren cerca de 4,000 personas asociadas a los efectos negativos del transporte (Baranda Sepúlveda, B. y Treviño Theesz, X., 2012:71-84).

Luego entonces, la movilidad sustentable postula que los beneficios directos e indirectos de apostarle al transporte público, al no motorizado, a disminuir el uso del auto y a planear el desarrollo urbano, son mucho más altos que los costos para desarrollarlos. Se asume, que las ciudades son más competitivas y atractivas para la inversión si son más densas y vivas, se impulsa el transporte público integrado y eficiente, se reducen las

¹ *A Manifesto for sustainable cities. Think local, act global.*

emisiones de gases contaminantes en el sector transporte, se reducen tiempos y distancias de recorrido, se dotan de espacios urbanos conectados, seguros y cómodos para usar la bicicleta y caminar. Algunos de los principios que deben considerarse en el diseño de políticas integrales de movilidad urbana son:

- Priorizar e impulsar el transporte urbano de calidad
- Facilitar y promover la movilidad no motorizada como caminar y el uso de la bicicleta
- Desincentivar el uso del automóvil, moderar su velocidad y continuar con el desarrollo de tecnologías más limpias.
- Integrar la planeación urbana con el transporte para reducir la necesidad de desplazamiento a grandes distancias.

La orientación de las políticas públicas sobre las formas de movilidad urbana tiene que apuntar hacia la toma de conciencia y la apropiación de una nueva cultura que se dirija a reducir la movilidad por múltiples acciones. De esta forma, el desarrollo urbano deberá procurar: refuncionalizar las áreas urbanas existentes y planificar y diseñar los nuevos desarrollos de forma que se reduzcan los desplazamientos innecesarios, que las personas caminen más y se use la bicicleta de forma generalizada. En algunas ciudades europeas el uso de la bicicleta ya representa una alternativa viable en el sistema de movimientos, modalidad que implica una nueva cultura y el desarrollo de la infraestructura adecuada y suficiente de ciclovías, bien estructurada en la ciudad.

La movilidad sustentable es aquella cuyas externalidades negativas –contaminación y huella de carbono– permitan dejar un entorno que no comprometa las necesidades de las siguientes generaciones. Si a esto le agregamos el concepto de equidad, entendiéndose como la disposición que mueve a dar a cada uno lo que se merece, se vuelve el fundamento esencial para que las políticas urbanas beneficien a la población en su conjunto, sin hacer diferencias entre unos y otros a partir de su nivel de ingreso, género, edad, capacidad física o mental, entre otros aspectos. Por todo lo anterior, en las ciudades mexicanas donde la mayoría de los viajes se hacen en transporte público y no motorizado, significaría una movilidad sustentable

y equitativa darle prioridad a esta mayoría de usuarios (cautivos y potenciales) a través de mejorar las condiciones en diferentes rubros como: infraestructura, seguridad, cobertura, información, accesibilidad, consumo energético, integración tarifaria y multimodal, entre otros aspectos (Baranda Sepúlveda, Bernardo y Treviño Theesz, Xavier, 2012:71-84).

En esta línea, el Instituto de Políticas Públicas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) propone y promueve diversas actividades en México con diez principios de movilidad y urbanismo sustentable (Baranda, Bernardo, 2011) (*Figuras 10 y 11*):

1. ¡Camina! Las ciudades más disfrutables tienen entornos peatonales seguros.
2. ¡Muévete con tu energía! Los medios de transporte impulsados por personas son más saludables, además utilizan menos espacio y recursos.
3. ¡Súbete al autobús! El transporte público de calidad permite mover a millones de personas en distancias largas con una fracción menor del espacio y combustible consumido por los autos.
4. ¡Disminuye el uso del auto! Fomentar que las personas usen menos el coche, al incrementar el costo del estacionamiento y acceso a ciertas zonas, lo que reduce el tráfico y la contaminación.
5. ¡Distribuyamos eficientemente las mercancías! Con equipos y horarios adecuados.
6. ¡Mezcle los usos del suelo! Los centros urbanos llenos de vida concentran una diversidad de actividades como pueden ser usos comerciales a nivel de la calle, espacios residenciales y de oficina en la parte superior.
7. ¡Densifiquemos! Al construir en lotes baldíos y zonas en desuso con recursos urbanos de manera más eficiente y reciclamos el espacio.
8. ¡Fortalezcamos la cultura local! Preservar el entorno y las tradiciones de las comunidades ayuda a crear espacios en los que la gente disfruta caminar, andar en bicicleta y a utilizar el transporte público.
9. ¡Conectemos las cuerdas! Las calles estrechas y cortas con interconectividad entre sí, propician el tránsito lento y las caminatas directas, activan los sentidos y la percepción de la gente que se mueve a pie.

10. ¡Hagámoslo durar! Invertir en el entorno urbano y su mantenimiento, mediante el uso de materiales de alta calidad y el adecuado manejo del espacio público, lo que permite diseñar espacios y ciudades memorables.

Estrategias y proyectos

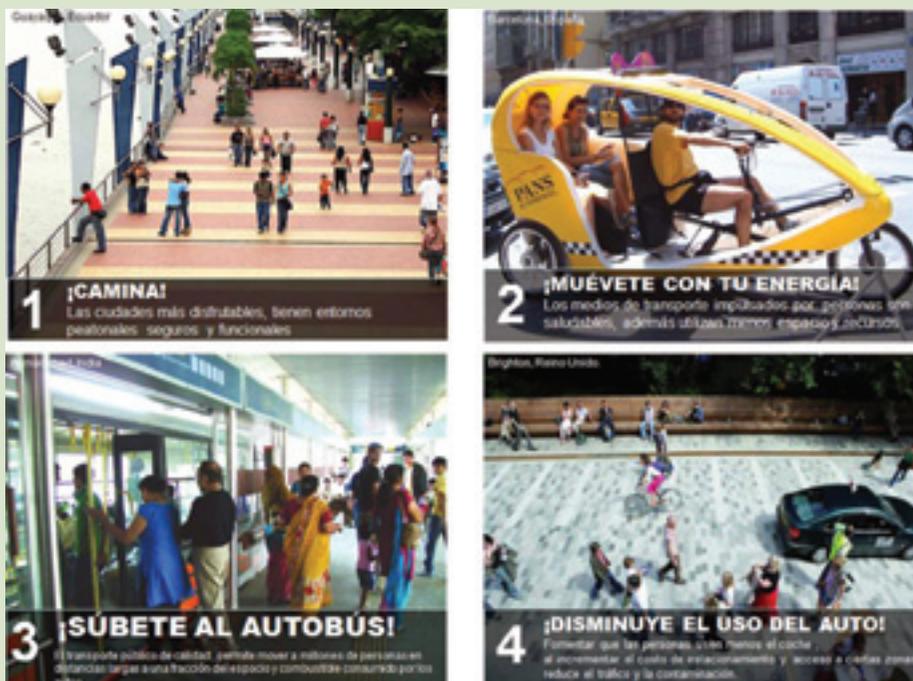
La ciudad moderna ha sido una solución a los problemas de finales del siglo XIX y gran parte del siglo XX, pero hoy presenta otras circunstancias. Estamos nuevamente en un punto de inflexión y nos enfrentamos a nuevas circunstancias como escasez de recursos, cambio climático, entre otros. En este contexto, dos fuerzas importantes están conformando nuestras ciudades: el crecimiento de la población y el aumento de las tasas de urbanización. Las aglomeraciones urbanas actuales demandan de una mayor densidad de ocupación, priorizando la ciudad existente que contrarreste la expansión y fragmentación de nuevos espacios urbanizados hacia la periferia. La ocupación urbana de mayor densidad es inevitable. La urbanización y alta densidad de ocupación son irreversibles. Al finalizar este siglo, la ciudad

será el medio ambiente elegido por casi la totalidad de la población. El modo de vida urbano más denso seguirá desarrollándose y en un futuro será la forma preponderante; este hecho, es una oportunidad para tener una visión hacia el futuro y tratar de comprender las diferentes formas de dominio que el hombre ejerce sobre el medio ambiente y sus ecosistemas.

En este debate se asume que las ciudades son más competitivas y atractivas para la inversión si son más densas y vivas, se impulsa el transporte público integrado y eficiente, se reducen las emisiones de gases contaminantes en el sector transporte, y los tiempos y distancias de recorrido, se dotan de espacios urbanos conectados, seguros y cómodos para usar la bicicleta y caminar. Estas son pautas para diseñar políticas públicas y reasignar prioridades en materia de inversión.

La ciudad compacta y densa, que se propugna, es un escenario urbano inevitable para la moderna metrópoli, y se convertirá en el patrón de urbanización y forma de vida dominante en el futuro. Esto no necesariamente significa pérdida en la calidad de vida y ambiental, siempre y cuando los espacios urbanos y las

Figuras 10 y 11. Diez principios para la movilidad sustentable (Baranda S. Bernardo, en *Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable...*, op. cit.).



edificaciones se desarrollen en densidades y localizaciones adecuadas, se propicien los usos mixtos, bien conectados con el transporte público, con espacios diseñados para las bicicletas y el peatón, complementados de espacios recreativos y verdes, y se procure la calidad ambiental en espacios públicos y edificios, entre otros muchos aspectos (Silva Duarte, Denise Helena, 2012:85-100) (Figuras 12 y 13).

Para que las ciudades cumplan su papel de hábitat promotor de desarrollo, con calidad de vida, bienestar y salud, es fundamental incorporar en su planeación y en sus intervenciones a los diversos componentes ambientales existentes. La ciudad de Porto, Portugal, es un excelente caso de estudio que permite observar el reajuste entre la escala de tiempo, las aspiraciones de los seres humanos y los elementos de otros ecosistemas. Con el trabajo “Clima Urbano en Porto”, se pretende reflexionar sobre la relación entre las características de cada una de las piezas del rompecabezas urbano y el respectivo clima local y regional, para mostrar a cualquier usuario o hacedor de ciudad, la importancia que tiene el realizar una lectura sistemática de la ciudad,

cuando se pretende desarrollar una idea o un proyecto en espacios urbanos. De esta forma, el reconocimiento de los síntomas evidentes de los diversos patrones térmicos urbanos, permitiría a los tomadores de decisiones valorar las características del lugar y la posición geográfica, sobre la dimensión poblacional adecuada, principalmente en relación a: las volumetrías de edificación, los colores y los materiales de construcción más apropiados, entre otros. En suma, ayudaría a concebir un proyecto de ciudad más armonioso y menos vulnerable al tiempo; esto es, una organización espacial más eficaz como soporte de los seres humanos y de todos los otros componentes del ecosistema (Monteiro, Ana y Madureira Helena, 2012:101-124) (Figura 14 y 15).

Estructura verde en la ciudad

En el pasado, los asentamientos humanos formaban islas construidas en el paisaje natural abierto. Hoy, por el contrario, la vegetación forma islas verdes en el paisaje urbano. A pesar de esta aparente fragmentación, las áreas verdes de una ciudad constituyen la columna





Figura 12. Propuesta de densificación con edificación perimetral de las manzanas en el Barrio Da Luz en Sao Paul, Brasil (Silva D, Denise Helena, en Memoria Digital del Seminario *Hábitat Sustentable...*, *op. cit.*).



Figura 13. Propuesta de densificación con edificios nuevos (torres y láminas) saturando vacíos en las manzanas en el Barrio Da Luz en Sao Paul, Brasil (Silva D, Denise Helena, *Ibid.*).

vertebral para el diseño de los sistemas urbanos en el sentido ecológico, funcional y de composición.

Toda ciudad heredó sus áreas verdes, muchas de ellas procuran mantener este legado en su estado actual, pero el desarrollo urbano, con frecuencia, se realiza a costa de estas áreas, o en todo caso las pone en riesgo; en oposición, el proceso del mejoramiento de las condiciones de vida en la ciudad hace necesario cada vez más áreas bioactivas. Actualmente, la conciencia ecológica y la aceptación de la sustentabilidad ha obligado a ver las áreas verdes en la ciudad de una forma diferente; es decir, como elemento del ecosistema urbano, lo que implica un tránsito del pensamiento funcionalista al pensamiento holístico. El concepto de estructura ecológica urbana (EEU) está relacionado con la fusión (natural o antropogénica) del elemento natural en el contexto urbano, con la relación entre lo natural y lo construido, y el contexto natural y social (Maluga, Leszek, 2012).

Las zonas verdes tienen muchas funciones en el entorno edificado y son de vital importancia en el contexto de la experiencia urbana. La búsqueda de soluciones sostenibles a los problemas de las áreas verdes en las ciudades sirve no sólo para humanizar lo urbano, también puede equilibrar el desarrollo de la ciudad y disminuir el impacto ambiental.

La estructura verde incluye una amplia gama de tipos urbanos: los jardines privados, parques pequeños y

espacios abiertos naturales. También hay variedad de espacios abiertos dentro de los límites administrativos de la ciudad, incluyendo las zonas agrícolas y los humedales, que desempeñan un papel central como superficies bioactivas. Todos contribuyen a la idea de desarrollo urbano equilibrado; un principio clave para el diseño sostenible.

Las áreas verdes y sustentabilidad en Wrocław, como una de las ciudades más grandes en Polonia y típica ciudad de Europa Central por su historia y estructura espacial, pone en la discusión la importancia de los diferentes tipos y áreas verdes en la ciudad y su configuración espacial, en especial las conectadas con el río Oder, como son el “Park Szczytnicki (isla grande)”, y los campos de tratamiento de aguas residuales “Osobowice” (Figura 16).

Bajo este enfoque, la estructura de áreas verdes en la ciudad tiene una importancia multidimensional en la procuración de la calidad de vida y la sustentabilidad del medio urbano, en aspectos tales como (Figuras 17 y 18):

- Funcional. Para las actividades deportivas, los niños, jardines temáticos, etc.
- Ecológico. Relacionados a la calidad del medio ambiente: el clima, la humedad, el ruido, etc.
- Social. Proporcionando espacios adecuados para los contactos interpersonales, la realización de actividades colectivas y participación.
- Económico. Incidiendo en el precio del suelo en la



Figura 14. Estructura verde en el área central de Porto, Portugal en 2001. Acupuntura urbana con la naturaleza (Monteiro, Ana y Madureira Helena, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., *op. cit.*).

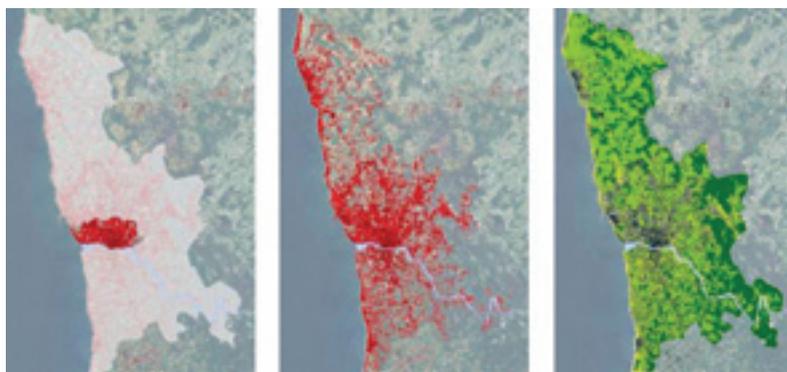


Figura 15. La naturaleza en la escala de los territorios urbanos contemporáneos en Porto, Portugal (Monteiro, Ana y Madureira Helena, *Ibid.*).

zonas vecinas o colindantes, por los gastos del mantenimiento que requieren, etc.

- Estético. Por su significado en la simbología de la naturaleza, el espacio y la memoria.
- Composicional. Por su papel en la estructura urbana, su relación con los espacios construidos y su organización interna, etc.
- De uso directo. Como huertos y parcelas de agricultura.

Asumir el rol múltiple de las áreas verdes en la ciudad obliga a la protección de sus aspectos valiosos y a la rehabilitación de lo degradado; significa nuevas acciones e inversiones y la modernización de los recursos existentes. Sin duda, Wrocław es una ciudad verde, lo que compromete a sus habitantes, urbanistas, paisajistas, ambientalistas y autoridades a velar por su protección y conservación en términos de principios de

desarrollo sustentable. Las autoridades y la comunidad intelectual y profesional de Wrocław están plenamente conscientes de la necesidad de proteger su estructura verde, en particular, en la “batalla cotidiana por el espacio en la ciudad”. En general, se trata de crear nuevas visiones que contribuyan a orientar el desarrollo futuro sustentable de las ciudades (Maluga, Leszek, 2012).

Chicago es una ciudad con vocación ambientalista, hoy en día es una de las ciudades más verdes y habitables del mundo. Tiene 700,000 m² de techos verdes construidos y/o en proceso (más que el resto de todos los estados de la unión americana); un extenso sistema de transporte público; un programa de ciclorutas y más espacio para estacionamiento de bicicletas que cualquier otra ciudad del país. Chicago se ha convertido en un modelo de soluciones creativas de sustentabilidad que se aglutinan en torno al *Plan de Acción para el Clima de Chi-*

Figura 16. Parques en Wrocław, Polonia (Maluga, Leszeck, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., op. cit.).



ago (*Chicago Climate Action Plan*), iniciativa lanzada en 2008 y encargada de perfilar los desafíos que plantea el cambio climático e identificar y reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, fomentar la participación de los residentes y visitantes para minimizar los impactos medioambientales y mejorar la calidad de vida para los habitantes. El Plan se estructura en cinco apartados (Del Arenal Fenochio, Jorge, 2012:155-162).

- Uso eficiente de la energía. Dado el clima urbano y el alto consumo energético de sus edificios, las oportunidades clave son la mejora de la eficiencia energética de los edificios residenciales, comerciales e industriales, la reducción en el uso de energía y la disminución de la emisión de Gases de Efecto Invernadero.
- Fuentes renovables de energía. Para hacer frente al cambio climático, buscar alternativas de fuentes de energía más limpias y reducción y eficiencia en el uso de fuentes de energía convencionales.
- Opciones de mejora del transporte. Para reducir las emisiones de CO₂, impulsar un sistema de transporte de alta calidad que debe incluir una adecuada combinación de diferentes medios de transporte público, fomentar el uso de la bicicleta, caminar, compartir el coche, fomentar el uso de vehículos energéticamente eficientes y el desarrollo orientado a la movilidad en los barrios.
- Reducción de desechos y de la contaminación industrial. Se estima que 3.4 millones de toneladas de los residuos (62% del total de residuos de Chicago) terminan en los vertederos cada año. Por lo que se debe reducir la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios.

- Adaptación. Los habitantes de la ciudad de Chicago valoran desde hace mucho tiempo sus amplios parques, espacios verdes y calles sombreadas por árboles. En los meses de verano, cuando soplan brisas del lago, la gente se aglomera en los parques para disfrutar los festivales de verano y conciertos al aire libre. Las formas de vivir la ciudad, adaptadas a las diferentes estaciones, también son una fuente de orgullo cívico (*Figura 19*).

Reconversión urbana

Un proceso interesante que se presenta actualmente en muchas ciudades europeas y norteamericanas es el de la reconversión de viejas áreas industriales y de grandes infraestructuras de transporte, obsoletas o que se encuentran en franco abandono y deterioro. En Seattle (Washington, EUA), la franja del litoral deteriorada, integrada por un vertedero, la infraestructura del tren y la vieja zona portuaria, se ha transformado en el “Olimpic Sculture Park”, con un museo y parque de esculturas y arte. Este proyecto ha permitido explorar trazados alternativos, creando múltiples perspectivas del paisaje urbano, proporcionando a la ciudad una amenidad innovadora, a partir de escenarios para el arte y una senda urbana activa que permite unir el centro de la ciudad con los muelles en un recorrido que resulta sano y placentero con un compromiso ambiental. Este parque ha contribuido al fomento del turismo cultural y al mejoramiento de la calidad de vida a través de un espacio público que reconoce la relación armoniosa entre arte, medio ambiente y vida urbana. El proyecto ha integrado lo estético, lo social y lo económico, factores indispensables a satisfacer para que merezca el adjetivo



Figura 17. Sistema de áreas verdes urbanas en Wrocław, Polonia (Maluga, Leszeck, *Ibid.*).



Figura 18. Sistema de áreas verdes productivas y de utilidad en Wrocław, Polonia (Maluga, Leszeck, *Ibid.*).

de sustentable (Díaz Arellano, Guillermo, 2012:163-170) (Figura 20).

Pensar en el desarrollo urbano sustentable de la ciudad de México, implica transitar hacia la preservación de sus sistemas ambientales; esto es, sus territorios agrícolas, boscosos y lacustres, como son las chinampas y, además, modificar las actuales políticas privatizadoras del transporte y vialidad. Continuar con el modelo de urbanización actual no es sostenible. Se trata de conciliar fortalecimiento urbano y preservación del entorno natural, uno de los grandes retos de la metrópoli mexicana (Legorreta Gutiérrez, Jorge, 2012:171-176) (Figuras 21 a 24).

La expansión metropolitana en la ciudad de México está transformando el uso de suelo rural a uso urbano sin que intervenga un proceso de planeación urbana que considere las características y potencialidades del lugar y su vocación para esta transformación, proceso que se ha dado sin regulación y control, en un contexto

de especulación del suelo. Esta incorporación indiscriminada de suelo está causando fuertes presiones en el mercado y la tenencia de la tierra, entre otros problemas.

Con la intención de racionalizar este proceso, se plantea la propuesta de escenarios hacia la sustentabilidad en Tepetzotlán, Estado de México, municipio conurbado a la ciudad de México, como una alternativa académica que considera crecer y consolidarse como un hábitat sustentable, bajo una perspectiva ambiental, social, cultural y económica, que potencialice su vocación turística, fortaleciendo el correspondiente atractivo cultural y arquitectónico de la localidad, paralelamente a la valoración y preservación de su riqueza ambiental.

El proyecto se sustenta en un análisis a diferentes escalas de diseño: a nivel regional, municipal y local. Hace énfasis en: movilidad y transporte, paisaje del medio natural y del medio construido, uso eficiente del agua y desechos. Se plantean alternativas de diseño para un hábitat sustentable con propuestas de edificios bioclimáticos, que complementen los requerimientos sociales, educativos y culturales de la población (Castorena Espinosa, Gloria y Figueroa, Castrejón, Aníbal, 2012:177-192) (Figura 25).

En los últimos diez años el mercado de vivienda, con la figura de conjuntos urbanos y grandes desarrollos habitacionales provocó un crecimiento acelerado y desordenado del hábitat urbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y en general del país. La iniciativa de los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables —DUIS®—, como política pública en México, se plantea como una medida para prevenir este fenómeno (Figura 26). En un futuro próximo habrá que evaluar sistemáticamente sus efectos para dimensionar su aportación al desarrollo de las futuras ciudades de nuestro país (Rivas Cruces, Alfonso y Langagne Ortega, Eduardo, 2012:193-202).

La alta demanda de vivienda de interés social en México y las condiciones financieras en los últimos quince años ha propiciado que la mayoría de los desarrolladores se enfoquen en producir enormes conjuntos urbanos con cientos o miles de viviendas, tantas como les sea posible, sin considerar el clima específico y las diversas necesidades culturales de cada región. Las viviendas ubicadas dentro de los climas cálido-seco y cálido-húmedo, debido a su alta vulnerabilidad de ser



Figura 19. Acciones del Chicago Climate Action Plan (Del Arenal F., Jorge, en Memoria Digital del Seminario *Hábitat Sustentable...*, op. cit.).



Figura 20. Proyecto sustentable en Seattle, EUA, The Olympic Sculpture Park (Díaz Arellano, Guillermo, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., *op. cit.*).



Figuras 21 y 22. Sistemas ambientales degradados en la ciudad de México (Legorreta G., Jorge, 2012, *op. cit.*).



Figuras 23 y 24. Sistemas ambientales a preservar en la ciudad de México (Legorreta G., Jorge, 2012, *Ibid.*).

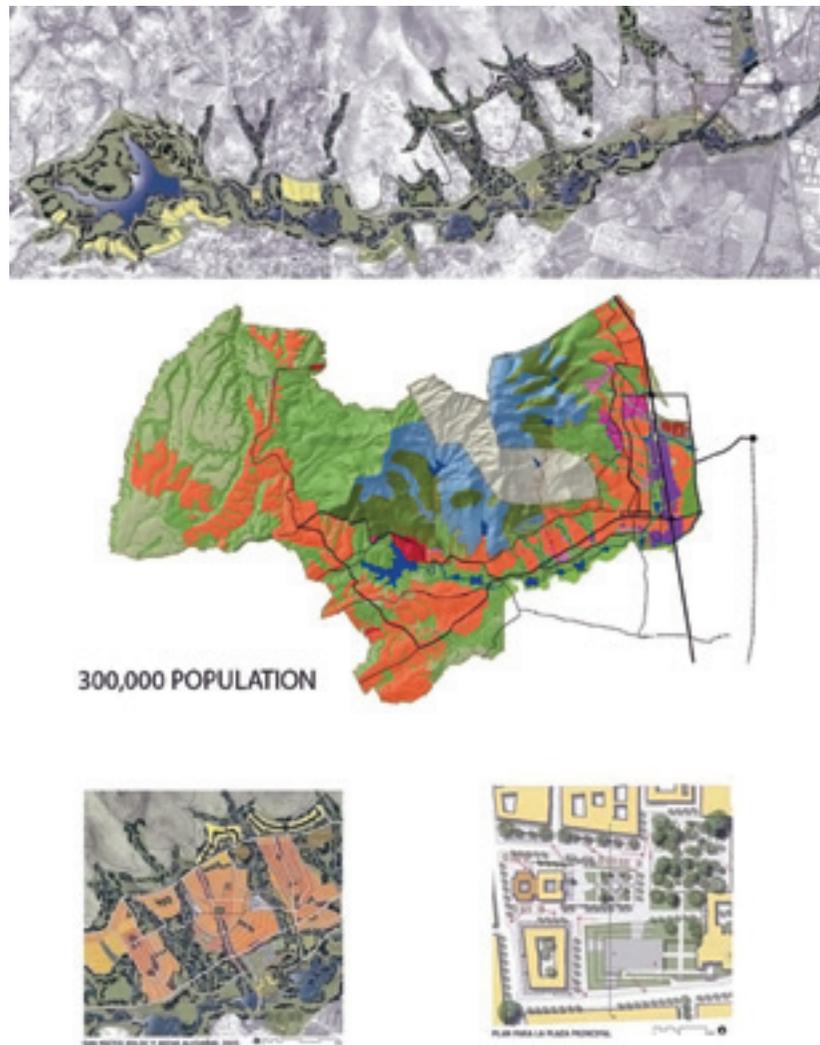


Figura 25. Propuestas de ordenación y diseño urbano sustentable en Tepotzotlán, Estado de México (Castorena E., Gloria y Figueroa, C., Aníbal, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., *op. cit.*).

afectados por el calor extremo, la sequía, la lluvia excesiva, inundaciones o huracanes, plantean requerimientos bioclimáticos específicos que, por lo general, no son atendidos en estos grandes desarrollos. El proyecto “Diseño de Vivienda Social en México, su adaptación al cambio climático y catástrofes naturales”, analiza estrategias de diseño vernáculo para el cambio climático y catástrofes, con el fin de ubicar los conceptos que podrían ser incorporados a la vivienda social contemporánea. Asimismo, en esta investigación se analizan desarrollos de vivienda construidos en México, Chile, Brasil y Australia, para evaluar sus aciertos y limitaciones. Se observó que algunas soluciones bioclimáticas ya han sido utilizadas, sin embargo, la mayoría de proyectos realizados no incluyen estrategias para el cambio climático y desastres.

El potencial del paisaje, la disposición de los bloques de vivienda en el terreno y la forma en que los edificios se encuentran desplantados en el terreno, generalmente son subestimados siendo que éstos aspectos pueden mejorar las condiciones de comodidad y ayudar a la

prevención de catástrofes naturales (*Figuras 27 y 28*). Se resalta que la incorporación de conceptos vernáculos y materiales que contengan cualidades térmicas, hasta ahora poco utilizados para evitar el sobrecalentamiento de espacios y resistentes a la humedad, son alternativas a incorporar en la futura vivienda social (Gómez Menéndez, Dulce Romina, 2012:263-281).

En el caso del sureste mexicano, se hace evidente que la sustentabilidad no sólo se refiere a los aspectos físicos de la arquitectura o el medio ambiente, sino también, y de manera importante, a los aspectos intangibles de las comunidades y personas que generan y viven en esas arquitecturas y poblados, como parte de la expresión de la diversidad cultural de la región. En este sentido, se pondera la sustentabilidad de la arquitectura vernácula, pues desde tiempos antiguos generó conceptos y soluciones empíricas acertadas para poder vivir en el ambiente que le rodea, contrastando con los nuevos desarrollos realizados en la región en los que se han perdido estas cualidades (Fuentes Freixanet, Víctor y González Mejía, Olinka, 2012:243-262) (*Figuras 29 y 30*).

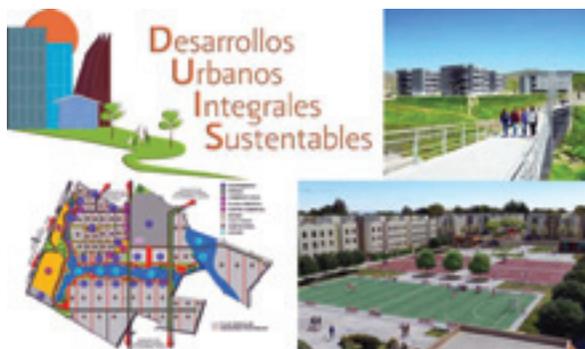


Figura 26. Desarrollo Urbanos Integrales (DUI) en México (Rivas C., Alfonso y Langagne O., Eduardo, 2012, *op. cit.*).



Figura 27. Vivienda producida en serie desvinculada de su contexto (Fuentes F., Víctor y González M., Olinka, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., *op. cit.*).



Figura 28. Megaconjunto urbano de vivienda en serie, ejemplo de arquitectura y urbanismo no sustentable (Fuentes F., Víctor y González M., Olinka, *Ibid.*).



Figuras 29 y 30. Vivienda vernácula en el sureste mexicano (Fuentes F., Víctor y González M., Olinka, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., *op. cit.*).

Así, uno de los grandes problemas de la vivienda social en México, es la forma en la que un modelo arquitectónico es reproducido indiscriminadamente para acoplarse a una disposición urbana poco pensada, sin tener en consideración la adecuada orientación o las repercusiones térmicas que esto conlleva. En el futuro los desarrollos deberán poner atención a las soluciones arquitectónicas propuestas, pero también al diseño urbano y a la correcta disposición de las viviendas en el paisaje, para lograr una mayor adecuación ambiental.

Arquitectura

Conceptos y normatividad

En la actualidad la situación energética mundial es delicada, ya sea por disponibilidad, accesibilidad, altos costos o por aspectos de contaminación ambiental; esta última es la más compleja de apreciar por su incidencia en el cambio climático. Por otro lado, sin energía no se puede subsistir, prescindir de ella es casi imposible,

mucho menos con una población de 7 mil millones de habitantes en el planeta, que cada día exigen mayores niveles de habitabilidad y comodidad.

Existe una real preocupación por encontrar fuentes de energía alternativa, más eficientes y limpias, las que no necesariamente serán de menores costos. Por esto, desde el punto de vista de las edificaciones, es de gran relevancia y urgencia hacer ajustes en el modo de concebir y proyectar la nueva arquitectura.

Se han realizado diversos esfuerzos y desarrollado numerosas estrategias para el ahorro de energía, que si bien funcionan, son costosas para su desarrollo y mantenimiento, y algunas resultan obsoletas en poco tiempo, confundiendo el verdadero concepto de la sustentabilidad. Como parte de estas estrategias se encuentran las orientadas a mejorar los equipos de climatización e iluminación artificial, que ayudan, pero no resuelven el problema ya que continúan consumiendo energía. Otra línea es el mejoramiento progresivo de los aislantes térmicos de las envolventes. La mayoría de las normas internacionales se basan en el concepto de



Figura 31. Algunas certificaciones internacionales para las edificaciones (Figuroa C., Aníbal; De Schiller, Silvia; Martin Evans, John; Stagno, Bruno y Colmegna, Susana, en Memoria Digital del Seminario *Hábitat Sustentable...*, op. cit.).

transmitancia térmica, sin reparar en las orientaciones respecto al sol, la influencia de la masa térmica, la ventilación y la iluminación natural. Una tendencia a nivel mundial es la certificación energética, de ámbito local o internacional, ésta es de carácter voluntario, y para obtenerla hay que contratar a especialistas certificados; la modalidad incorpora otras variables además de las ya enunciadas (por ejemplo, emisiones de CO₂), y si bien es positiva, también apunta a una situación publicitaria, en donde lo que más importa es promocionar que la edificación es eficiente, más que adecuada para el caso específico (Del Río Ojeda, Javier, 2012:229-242).

Respecto a la puesta en práctica de la sustentabilidad en edificios de Latinoamérica recientemente, en la aplicación de sistemas de calificación y certificación de edificación sustentable, se ha puesto en tela de juicio los criterios y métodos empleados en sistemas desarrollados e instaurados en países altamente industrializados, apuntando a la necesidad de generar criterios regionales propios que respondan a las condiciones climáticas, tecnológicas, económicas

y sociales de cada país. Sin embargo, los avances logrados y las posibilidades de contar con sistemas regionales propios para la certificación de sustentabilidad de edificaciones, es todavía limitada. En los próximos años se deberán desarrollar sistemas reconocidos, transparentes y eficaces para promover, reconocer y cuantificar los niveles de sustentabilidad (Figuroa Castrejón, Aníbal; De Schiller, Silvia; Martin Evans, John; Stagno, Bruno y Colmegna, Susana, 2012:203-212) (Figura 31).

En esta línea de reducir los gastos energéticos, quizá la vía más sencilla de todas, pero, a su vez, sea la más difícil: hacer las cosas bien. Este principio se basa en concebir y diseñar a la edificación desde un principio de forma adecuada, es decir, evitar cometer errores de diseño para no tener que corregirlos con dispositivos climatizadores después. Para ello se debe de conocer muy bien el clima, las costumbres o hábitos de los usuarios, las posibles materiales a emplear y sus propiedades, entre otros aspectos. Esta enseñanza no es nueva, la arquitectura tradicional o vernácula ya lo



Figura 32. Estrategias de control solar en el Aeropuerto Internacional de Santiago de Chile (Del Río Ojeda, Javier, en Memoria Digital del Seminario *Hábitat Sustentable...*, op. cit.).



Figura 33. Categorías de demanda de energía para la calefacción de edificios en Austria (Peters, Michael, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable..., op. cit.).

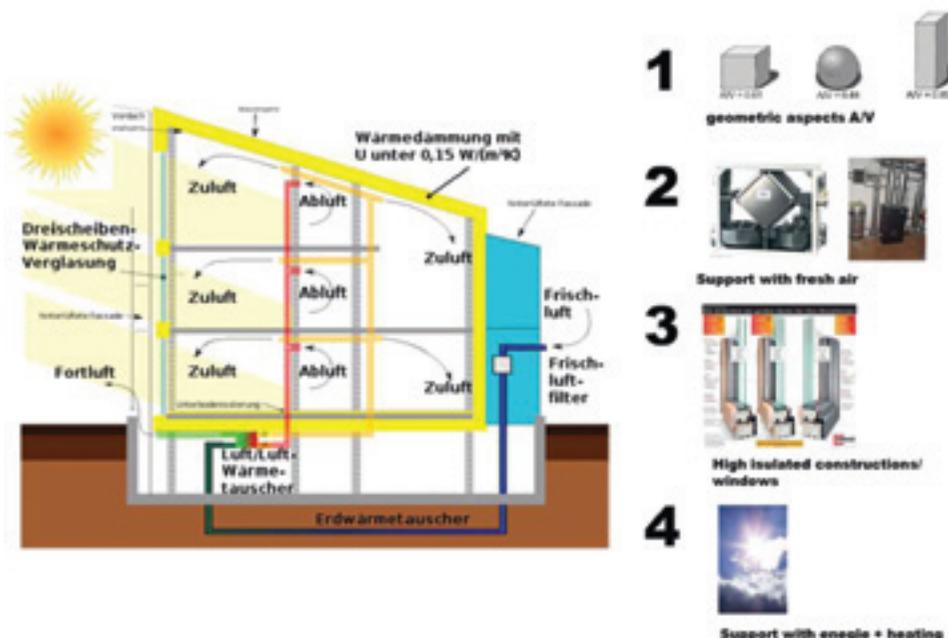


Figura 34. Esquema funcional de una "casa pasiva" (Peters, Michael, *Ibid.*).

consideraba, aunque con ciertas incomodidades para nuestra mentalidad actual. En esas épocas ancestrales o en lugares muy remotos, los arquitectos no se podían equivocar, pues podría ser fatal: la edificación era un refugio vital. Hoy en día la arquitectura es un producto de consumo, que se tiene que mantener y en muchos casos a un alto costo (Del Rio Ojeda, Javier, 2012:229-242) (Figura 32).

En el medio europeo, en particular en Alemania, el tema de sustentabilidad en los edificios se concentra actualmente en la aplicación de los estándares energéticos en la arquitectura, bajo el concepto de "casa pasiva", "cero-energía" o "plus-energía", basados predominantemente en el actual "Reglamento de ahorro energético" (EnEV), con la intención de reducir los impactos energéticos de los edificios, hasta un mínimo de 5% (Figura 33 y 34).

En la obra arquitectónica más reciente del estudio Möller y su socio de proyectos, el arquitecto Michael

Peters, en Bad Nauheim, Alemania, en construcciones de casas habitación, jardines de niños, salas deportivas, el consulado general y la remodelación y restauración de un ex-convento episcopal, se ilustra la importancia de las nuevas normas para la arquitectura y sus características: volúmenes compactos ($A/V < 1$), edificios herméticamente cerrados, aislamientos espesos, ventanas de triple acristalamiento, ventilación mecánica controlada, soportes energéticos y de calor, utilización de energía solar y geotérmica, entre otras estrategias.

Aunque estos edificios siguen siendo la excepción en el paisaje urbano contemporáneo de Alemania, su aplicación será obligatoria y estandarizada en un futuro próximo. En este tema, la "casa plus-energía" es una pequeña revolución que ya se ha puesto en marcha en Europa (Peters, Michael y Göbel, Christof, 2012:213-228).

Conclusiones

La ciudad sustentable, compacta y densa, es un modelo de urbanización y forma de vida que deberá ser dominante en el futuro, en un escenario urbano inevitable para la metrópoli y los nuevos arreglos territoriales del siglo XXI. En este escenario no se debe renunciar a la calidad de vida y ambiental, lo que plantea el reto de concebir y diseñar espacios urbanos y edificaciones en densidades y localizaciones adecuadas, adaptadas al clima, que propicien los usos mixtos, bien conectados con el transporte público, con espacios diseñados para las bicicletas y el peatón, y complementados con espacios recreativos y verdes, entre otros muchos aspectos.

En suma, la temática abordada a lo largo del primer seminario de Hábitat Sustentable y las conceptos y estrategias generales aquí expuestas, sugieren algunas líneas interesantes para su reflexión y debate en otros eventos o actividades de investigación. Lo aquí presentado es una muestra de algunos temas y casos que en la actualidad están marcando tendencias en la arquitectura y el urbanismo sustentable en el ámbito mundial.

Nuevas situaciones y proyectos podrán ser presentados y analizados en el futuro con la intención de lograr un intercambio de experiencias y prácticas que permitan identificar los retos y enfoques que la disciplina tendrá que abordar con la pretensión de reivindicar su importancia y trascendencia en la consecución de una mejor calidad de vida en hábitats sustentables.

Bibliografía

- Baranda Sepúlveda, Bernardo y Treviño Theesz, Xavier (2012), "Movilidad sustentable y equitativa", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 71-84, México, D.F.
- (2011), "Movilidad sustentable y equitativa", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Castorena Espinosa, Gloria y Figueroa, Castrejón, Aníbal (2012), "Escenarios hacia la sustentabilidad en Tepotzotlán, Estado de México", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 177-192, México, D.F.
- (2011), "Escenarios hacia la sustentabilidad en Tepotzotlán, Estado de México", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Del Arenal Fenochio, Jorge (2012), "Chicago Climate Action Plan: lo verde en la ciudad", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 155-162, México, D.F.
- (2011), "Chicago Verde. Plan de acción para el clima de Chicago", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Del Rio Ojeda, Javier (2012), "Arquitectura responsable: la sustentabilidad en Chile", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 229-242, México, D.F.
- (2011), "Arquitectura responsable: la sustentabilidad en Chile", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Díaz Arellano, Guillermo (2012), "Reciclamiento urbano: arte y espacio público en Seattle", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 163-170, México, D.F.
- (2011), "Proyectos urbanos sustentables en Seattle, EUA", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Espinosa, Elizabeth (2012), "El Libro Verde del Urbanismo: la apuesta europea de sostenibilidad", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 55-70, México, D.F.
- (2011), "El libro verde en el urbanismo la apuesta europea de sostenibilidad", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.

- Figuerola Castrejón, Anibal; De Schiller, Silvia; Martin Evans, John; Stagno, Bruno y Colmegna, Susana (2012), "Hacia la certificación regional de la edificación sustentable", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 203-212, México, D.F.
- — — — (2011), "Hacia la certificación regional de la edificación sustentable" en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Fuentes Freixanet, Víctor y González Mejía, Olinka (2012), "Arquitectura vernácula y sustentabilidad. El caso del sureste mexicano", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 243-262, México, D.F.
- — — — (2011), "Arquitectura vernácula y sustentabilidad. El caso del sureste mexicano" en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Göbel, Christof (2012), "Conceptos para ciudades sustentables - Albert Speer & Partner (AS&P)", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 35-54, México, D.F.
- — — — (2011), "Conceptos para ciudades sustentables - Albert Speer & Partner (AS&P)", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Gómez Menéndez, Dulce Romina (2012), "Diseño de vivienda social en México, su adaptación al cambio climático y catástrofes naturales", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 263-281, México, D.F.
- Legorreta Gutiérrez, Jorge (2012), "Hacia un desarrollo urbano sustentable en la ciudad de México", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 171-176, México, D.F.
- — — — (2011), "Hacia un desarrollo urbano sustentable en la ciudad de México", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Maluga, Leszek (2012), "Áreas verdes en una ciudad sustentable: el caso de Wrocław, Polonia", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 125-154, México, D.F.
- — — — (2010), "Las áreas verdes en la ciudad hoy: El caso de Wrocław", en Memoria Digital del *VII Seminario de Urbanismo Internacional*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo UAM-Azc., México, D. F.
- Monteiro, Ana y Madureira Helena (2012), "El clima urbano en Oporto: oportunidad para repensar la sustentabilidad del territorio y retomar los ritmos de la naturaleza", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 101-124, México, D.F.
- — — — (2011), "El clima urbano en Oporto: oportunidad para repensar la sustentabilidad del territorio y retomar los ritmos de la naturaleza", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Peters, Michael y Göbel, Christof (2012), "Alemania: aplicación de estándares energéticos en la arquitectura", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 213-228, México, D.F.
- Peters, Michael (2011), "Estándares energéticos en la arquitectura de Alemania", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Rivas Cruces, Alfonso y Langagne Ortega, Eduardo (2012), "Desarrollos urbanos sustentables (DUIS): una opción para las futuras ciudades en México", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 193-202, México, D.F.
- Silva Duarte, Denise Helena (2012), "Densidad y calidad medioambiental: la inevitable, la deseable y lo posible", en Padilla G. Sergio y Fuentes F., Víctor, 2012, *Hábitat Sustentable*, Colección Arquitectura y Urbanismo Internacional, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., pp. 85-100, México, D.F.
- — — — (2011), "Densidad y calidad medioambiental: la inevitable, la deseable y lo posible", en Memoria Digital del *Seminario Hábitat Sustentable en diferentes ámbitos del mundo*, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.



Objetivos de un urbanismo sostenible

PALABRAS CLAVE:

objetivos urbanos de sostenibilidad, políticas urbanas

KEYWORDS:

urban sustainability goals, urban politics

RESUMEN

La ciudad nació para quedarse y aunque su producción y funcionamiento son consideradas las actividades que más contribuyen a la insostenibilidad, no se deben tomar posturas anti urbanas, por el contrario, es necesario incidir no sólo en las formas de construir el espacio urbano, sino en la definición de sus características formales y en la manera de utilizar y relacionarse con el medio ambiente. Por ello, el trabajo que se presenta documenta los objetivos de un urbanismo sostenible, que desde la perspectiva del *Libro Verde del Medio Ambiente Urbano*, deben ser atendidos para modelar su materialidad y construir espacio urbano compacto, de usos mixtos, vivos, vibrantes e interconectados en las diferentes escalas del ámbito urbano y con ello reconquistar el espacio y evitar la dispersión y fragmentación que son características recurrentes de las zonas urbanas contemporáneas.

ABSTRACT

The city was born to stay and although its production and operation is considered one of the activities that contribute to unsustainable, should not be taken anti urban positions, however it is necessary to focus not only on ways to build the urban space, but in defining its formal characteristics and how to use and interact with the environment. Therefore, the work presented presents the objectives of sustainable urban development, from the perspective of the *Libro Verde del Medio Ambiente Urbano*, must be addressed to model its materiality and build compact urban space, mixed-use, alive, vibrant and interconnected in different scales of urban areas and thus regain space and avoid dispersion and fragmentation that are recurring features of contemporary urban areas.

Introducción

Como espacios generadores de importantes residuos y consumidores de recursos, las ciudades se han convertido en una parte importante del debate de la sostenibilidad. Esta conciencia se fundamenta principalmente en buscar la eficacia energética de los grandes edificios que la conforman y en comprobar que las ciudades repiten, a gran escala, errores semejantes a los observados en los edificios respecto a su relación con el ambiente. Sin embargo, para enriquecer la visión del urbanismo sostenible es importante incluir en el debate la especificidad de los conceptos de ecología y sostenibilidad (Montaner, 2011).

Para ello es preciso establecer que la ecología surge como disciplina temática en el siglo XIX,¹ y que en la actualidad se conceptualiza como la ciencia de los ecosistemas, la cual se fundamenta en la idea de que en la naturaleza todo está interrelacionado. Por otra parte, Montaner (2011) indica que a partir de la definición básica de sustentabilidad, que hace referencia al equilibrio que debe mantener una especie con los recursos de su entorno, en 1987 surgió el concepto de desarrollo sostenible en el que se manifiesta la preocupación por las contradicciones que surgen entre el crecimiento económico y las condiciones ecológicas y sociales, derivando con ello los tres factores con los que comúnmente se asocia el desarrollo sostenible: sociedad, economía y medio ambiente. Es decir, la sostenibilidad es un concepto reciente que se hizo necesario configurar para afrontar graves problemas de escasez de recursos y contaminación.

Otra precisión importante a considerar es que mientras la finalidad de la ecología busca no destruir los equilibrios, la sostenibilidad tiene objetivos más económicos, ya que el tema ambiental está vinculado a la aceleración y difusión de la industrialización y a la determinación de los impactos de los procesos de producción y consumo en el equilibrio ecológico (Vezzoli, Kohtala and Srinivasan, 2014). Es quizá por lo anterior que en el urbanismo la sostenibilidad ha tenido un desarrollo limitado, inicialmente buscando el equilibrio del entorno y después incursionando, de manera tímida y parcial, en la economía y en las ciencias sociales.

Al igual que en otras disciplinas, en el urbanismo la inclusión del pensamiento sostenible se limita a la valoración y corrección de los impactos de los procesos de urbanización, en específico en temáticas relacionadas con el consumo de recursos renovables en la ciudad, en los residuos urbanos y su tratamiento, pero, sobre todo, en atenuar las condiciones ambientales del medio urbano como son: la isla de calor, las contaminaciones urbanas, la captación y depuración del agua, entre otros (Gaja, 2005) (Figura 1).

Por otra parte, al analizar el concepto de sustentabilidad a partir de los principios operativos planteados por Gaja: finitud, austeridad, equidad y autonomía,² la idea refiere a los modos y ritmos de producción y al consumo de bienes materiales, por tanto, en el caso de la temática urbana, la producción se concreta en la construcción del espacio urbano y en la definición de sus características formales, en tanto que al referirnos al consumo se debe delimitar aspectos relacionados con la forma de utilizar el medio ambiente urbano (Gaja, 2005).

En otras palabras, la sustentabilidad urbana no debe limitarse a la transcripción de principios generales de la ecología y a la aplicación de criterios sustentables en los espacios urbanos, sino en la discusión sobre lo que constituye el núcleo central de la disciplina: la definición de la forma urbana (Gaja, 2005). Hay que recuperar el debate de los límites del crecimiento urbano y observar, en la construcción de la forma urbana, las relaciones entre el mundo antrópico y naturaleza, para distinguir las acciones fundamentales en cuanto a la preservación de recursos (menos cantidad y preferiblemente más renovables), así como evitar la contaminación (Vezzoli, Kohtala and Srinivasan, 2014) (Figura 2).

Ante este escenario, el *Libro verde del medio ambiente urbano* (2007) fue elaborado para mostrar no sólo la problemática producida por el proceso de urbanización, sino para promover un modelo de ciudad con criterios que tiendan a la compacidad³ y complejidad del espacio urbano. Para ello determinó propósitos (que define como objetivos para un urbanismo más sostenible) e impulsa la no aplicación de soluciones preestablecidas. Aunque en el *Libro verde* se enlistan siete objetivos, las intenciones que más influyen en la construcción y definición de las características formales del espacio urbano son los siguientes cuatro:

¹ El término ecología fue determinado en 1866, por el naturalista y filósofo Ernst Haeckel quien en principio la definió como la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos con su ambiente. Más tarde amplió esta definición al estudio de las características del medio, que también incluye el transporte de materia, energía y su transformación.

² Este autor explica que la finitud implica que nada puede crecer infinitamente y que al buscar estrategias y soluciones para reducir consumos innecesarios se tiene el principio de austeridad. Así también, manifiesta que debido a que la producción de bienes enfrenta límites absolutos, se debe buscar la equidad en su consumo; y que debido a que las formas de producción y consumo se deben proporcionar en la máxima proximidad, el principio que se atiende es la autonomía.

³ Gaja (2005) define la compacidad como la relación que existe entre los suelos parcelados (lucrativos o no lucrativos o destinados a la dotación de servicios) y los no parcelados, libres o comunes, incluyendo la vialidad.



Figura 1. Contaminación urbana.
Av. Canal de Cartagena, Circuito Mexiquense
(Elizabeth Espinosa, 2015).



Figura 2. Crecimiento urbano sin límites, carretera México-Pachuca (Elizabeth Espinosa, 2015).

- Crear ciudad y no urbanización (lo cual implica promover la rehabilitación y reutilización del patrimonio construido, en lugar de realizar nueva construcción).
- Ordenar la expansión urbana, reciclando tejidos y vinculando la nueva urbanización a la que ya existe.
- Retomar la ciudad como un proyecto haciendo referencia al arquetipo de ciudad, a la calidad y diversidad del tejido urbano. Este objetivo busca la preeminencia del modelo de ciudad compacta respecto al modelo de ciudad dispersa.
- Aumentar la complejidad urbana en los tejidos existentes creando nuevas áreas de centralidad, para buscar potenciar la mezcla de usos urbanos y la proximidad como soporte de la accesibilidad.

A continuación se aborda cada uno de estos propósitos, haciendo patente la complejidad de desarrollar un urbanismo sostenible debido a la multiplicidad de temas que es necesario considerar para una apropiada aplicación de estrategias derivadas de estos objetivos.

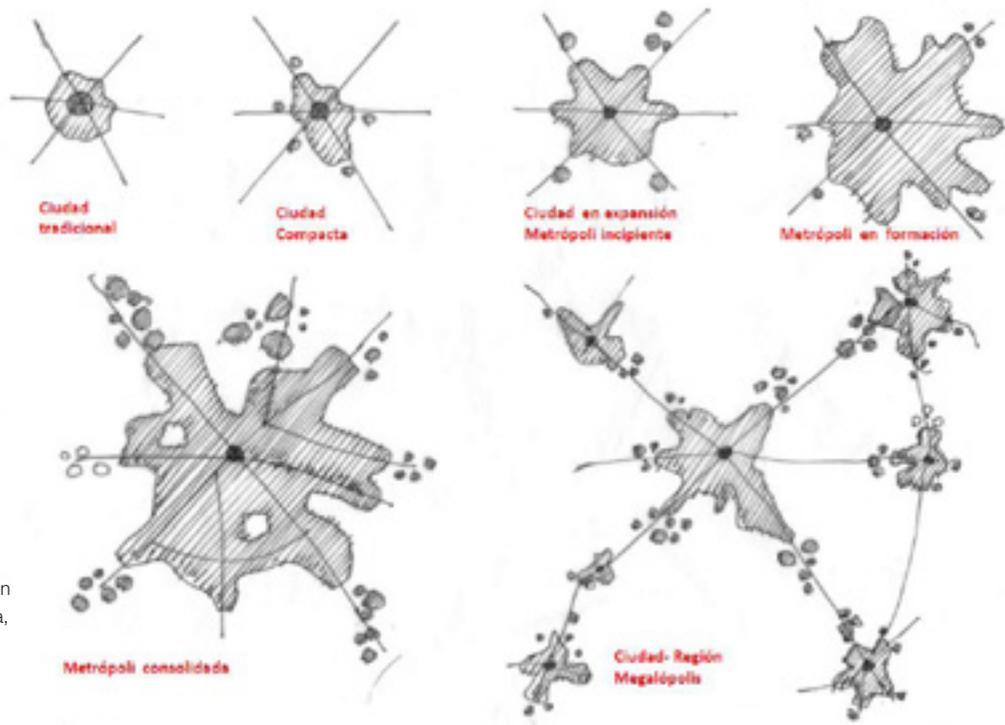


Figura 3. Etapas de formación metropolitana (Sergio Padilla, 2015).

Crear ciudad y no urbanización

Se busca estimular la creación de ciudades compactas, complejas y eficientes, adecuando el modelo a las particularidades y recursos de su área inmediata, de su ciudad y de su territorio (Espinosa, 2012:62).

La temática asociada a este objetivo es la mixtidad de usos y funciones, la accesibilidad, la reducción del transporte privado, la edificabilidad y la densidad del espacio urbano, ya que es conocido que si los usos y funciones se mezclan de forma concentrada, esta composición favorece enormemente la accesibilidad y se reduce la dependencia al transporte privado.

Los flujos que se producen entre zonas ubicadas en periferias cada vez más distantes y las zonas centrales de la ciudad, generan en el espacio urbano contemporáneo una estructuración que aumenta la movilidad (que bien puede ser denominada hipermovilidad) y una extrema especialización funcional que refuerza la insularización y fragmentación de las ciudades y genera una región urbana multipolar (Gaja, 2005) (Figura 3).

Es decir, el actual modelo de producción de ciudad infringe uno de los principales principios operativos de la sustentabilidad: la existencia de límites (finitud), ya que para conectar las nuevas centralidades, de baja densidad y no compactas que aparecen en el territorio como islas en el desierto, se requiere de transporte, que en casi todos los casos está ausente, por lo que se atiende el requerimiento de movilidad a través del

automóvil, surgiendo una estructura territorial, que además de fragmentada y discontinua, es a-jerárquica. Descuidar la relación entre el uso del suelo y movilidad crea expansión de la mancha urbana, que al no tener continuidad, ser extensa y polinuclear, provoca segregación como patrón básico de su estructura espacial. Segregación que no sólo se produce a nivel territorial, sino a otros niveles como el social (exclusión), funcional (especialización) y espacial (insularización) (Gaja, 2005) (Figura 4).

Por tanto, para crear ciudad es necesario definir una imagen final del resultado deseado y considerar que uno de los criterios más importantes a tener en cuenta respecto a la construcción de esta imagen es favorecer el desarrollo de áreas de uso mixto, intención que implica alejarse de las ideas de zonificación que han dado lugar a una separación física entre actividades y funciones, y construir la ciudad en torno al concepto de calle. El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2013) definió a la calle como el elemento físico que permite fomentar el uso mixto del suelo tanto en términos de funciones (uso residencial, comercial, industrial, recreativo y equipamiento) y la integración e interrelación de personas de distintos grupos sociales y de diferente nivel económico (Figura 5).

En ciudades que se caracterizan por un uso mixto del suelo, los flujos de movilidad son multidireccionales y permiten utilizar más eficientemente la infraestructura, ya que las áreas residenciales y los lugares de trabajo, al estar distribuidos uniformemente en el



Figura 4. Conjunto habitacional insularizado, Circuito Mexiquense (Elizabeth Espinosa, 2015).

espacio urbano, permiten hacer un mejor uso de las infraestructuras de transporte existentes. En resumen, la forma urbana (derivada de procesos de autogestión o de intervenciones planificadas) determina diferencias significativas en los sistemas de movilidad, no únicamente en términos de configuraciones generales (compacidad o multipolaridad), sino también en la micro escala en donde la morfología del trazado de calles, la dimensión de las manzanas, la relación entre edificios y la red de vialidades, así como la localización de espacios de centralidad son de extrema relevancia para la creación de la ciudad como espacio de relación y movilidad eficiente que tiene que producirse en diversas escalas espaciales (región, distritos y barrios) (Planificación y Diseño de una Movilidad Urbana Sostenible: Orientaciones para Políticas, 2013).

Como se comentó con anterioridad en cuestiones de forma urbana y funcionalidad de la ciudad, el tema de la movilidad es un aspecto primordial y si el propósito del transporte y de la movilidad es acceder a destinos, actividades, servicios y productos, la planificación y el diseño del espacio urbano deberá centrarse en cómo acercar a las personas a los lugares y no en aumentar la longitud de las infraestructuras de transporte o en incrementar el movimiento de personas o mercancías. Este enfoque también deberá incluir la optimización de la densidad urbana (Planificación y Diseño de una Movilidad Urbana Sostenible: Orientaciones para Políticas, 2013).

La densidad es otro aspecto de la forma urbana que ha recibido atención en la literatura disciplinar ya que



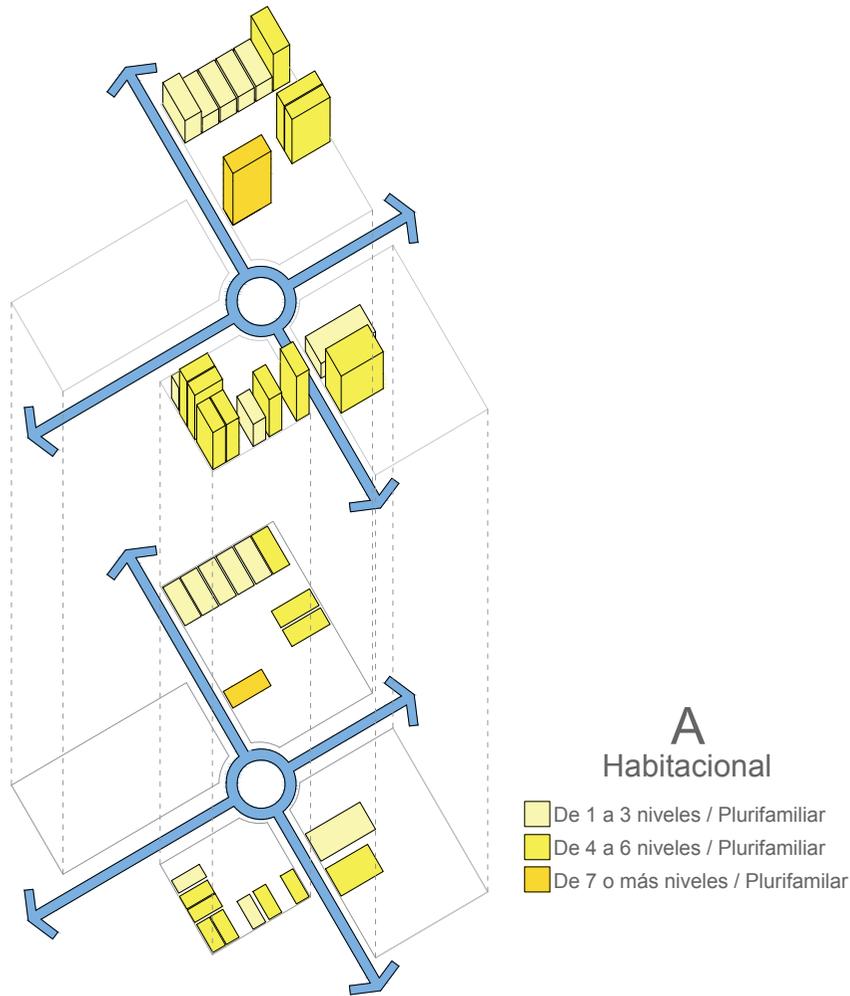
Figura 5. Calle de Madero, integrando actividades y funciones (Elizabeth Espinosa, 2014).

tiene impacto en varias dimensiones de la sostenibilidad. Por ejemplo, con mayores densidades se tiene mayor acceso a servicios e instalaciones (dimensión social), aunque también, al afectar la apariencia, la estética de los lugares, la movilidad y la renta se afectan las dimensiones ambiental y económica (Bramley, 2009). Por tanto, es pertinente cuestionarse ¿alta o baja densidad?, siendo necesario no perder la visión que desde el urbanismo la discusión debe centrarse en el debate de rangos y umbrales de la densidad edificatoria (Gaja, 2005) (Figuras 6 y 6.1).

Asimismo, la densidad es un componente de la configuración urbana que influye en los desplazamientos. La distribución de la población y los lugares donde la gente vive, trabaja, compra y se relaciona con las otras personas (usos de suelo, tipología y densidad edificatoria), definen los puntos de origen y destino de los recorridos y, por tanto, la duración de los viajes y los flujos de movilidad dentro del espacio urbano. Así también las densidades altas son fundamentales para que el transporte público sea rentable (Planificación y Diseño de una Movilidad Urbana Sostenible: Orientaciones para Políticas, 2013).

En síntesis, al crear ciudad y no urbanización se pretende reducir la expansión urbana sobre tierras agrícolas y hábitats naturales de la periferia urbana, minimizar la dependencia en el uso del automóvil privado, promover la mixticidad de usos y funciones y detener el desarrollo con base en el criterio de concentración de densidad.

Figuras 6 y 6.1. Densidad y mixtidad de usos (Elizabeth Espinosa, 2015).



Entonces, es evidente que una ciudad de baja densidad, de parcelas unifamiliares y separadas de un núcleo central, es un modelo de ciudad insostenible, ya que se consume una enorme cantidad de suelo y se tiene un aumento exponencial en el incremento de la necesidad de movilidad (Gaja, 2005).

Con la finalidad de alcanzar este objetivo, en la ciudad de México se tienen ejemplos de aplicación, no del todo acertados. Para muestra la transformación de una significativa zona de la colonia Nueva Granada (“Nuevo Polanco”), en donde debido al crecimiento urbano de la metrópoli las grandes zonas industriales que ahí se localizaban quedaron inmersas en el núcleo central de la ciudad, condición que le otorgó un perfil económico al suelo, caracterizado por un valor creciente, e invitó a sustituir y renovar los tejidos y recoger esas plusvalías latentes mediante la densificación edificatoria. Así, aun cuando se tiene mixtidad de usos, por la construcción de centros comerciales, oficinas, museos y apartamentos, no se logró integrar estas centralidades con las tipologías existentes, ya que las intervenciones fueron determinadas por la promoción inmobiliaria obteniendo escasos espacios libres y sin integración con los usos con los que coexisten, ni con centros de transferencia

modal o nuevas redes de transporte. Recordemos que la proximidad no es sinónimo de convivencia y que en esta zona es poco posible la coexistencia de grupos sociales muy diferentes, que por las disímiles pautas de vida y por las barreras que el propio desarrollo definió, en esencia éstos se ignoran mutuamente (Figura 7).

Así también, los grandes centros comerciales que se construyeron en el área, si bien aportan densidad y diversidad de actividades, su ubicación tiene un efecto negativo ya que induce la movilidad motorizada, que se revierte en congestión, debido a que las áreas circundantes presentan una estructura vial para una tipología habitacional de baja densidad (Figura 8).

Ordenar la expansión urbana

Este objetivo busca limitar las tipologías edificatorias que generan dispersión urbana y ocupación masiva del territorio (Espinosa, 2012:63).

La urbanización desvinculada de los núcleos existentes, principalmente en las ciudades latinoamericanas, se caracteriza por la masiva construcción de vivienda

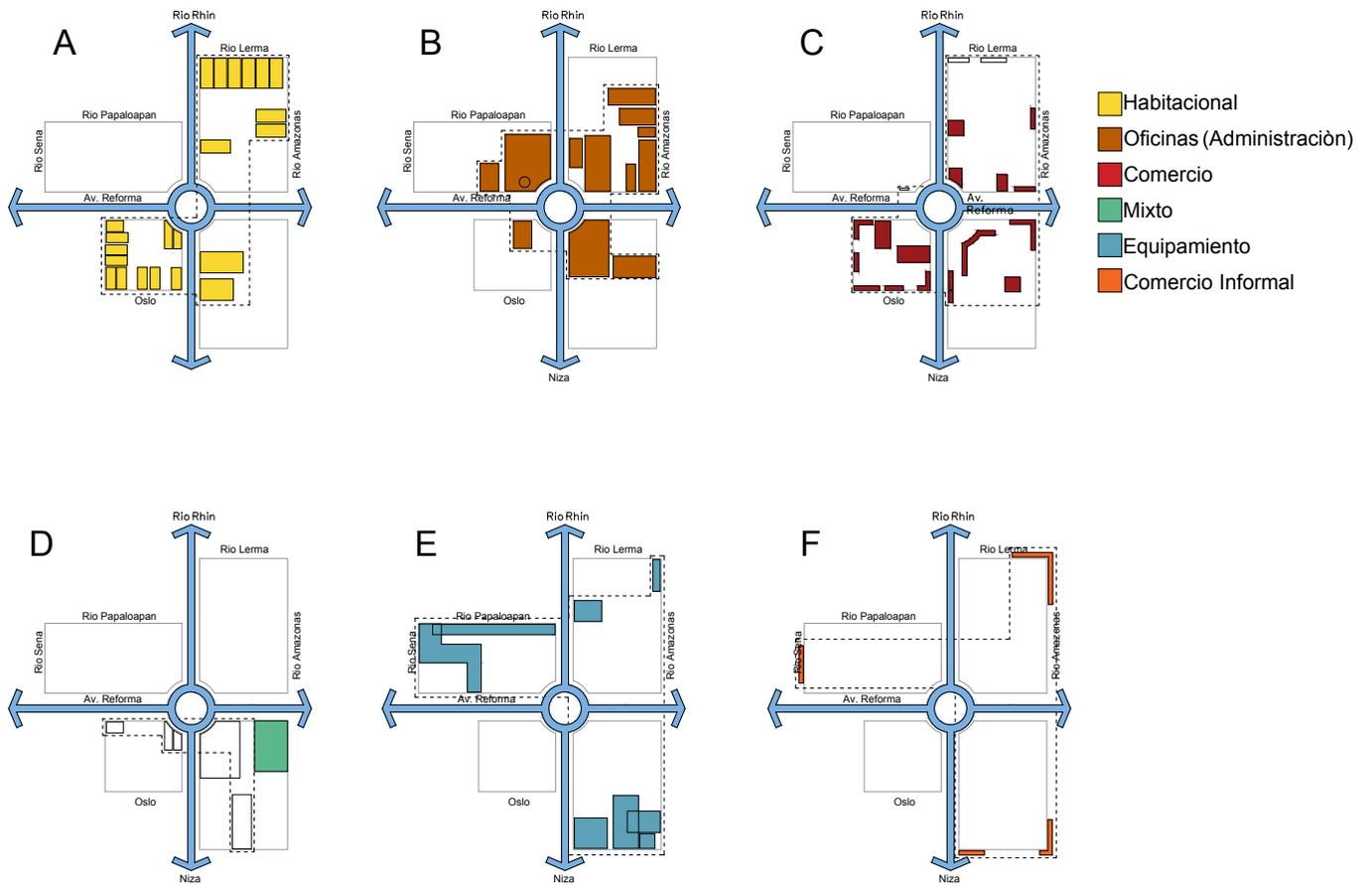


Figura 7. ¿Conviviendo con el enemigo? Pequeña industria y área residencial en la zona de Nuevo Polanco (Elizabeth Espinosa, 2015).



Figura 8. Congestión en Miguel Ángel Saavedra, frente al centro comercial Antara y Plaza Carso (Elizabeth Espinosa, 2015).

4 Maria Elena Ducci (2011) menciona que "El primer *ghetto* surgió en Venecia a principios del siglo XVI, en un sector aislado de la ciudad donde se segregó a los judíos. *Ghetto* viene de la palabra 'gettare', vaciar, y quiere decir fundición en italiano. Los judíos fueron segregados en los terrenos de la antigua fundición veneciana, con el pretexto de que el aislamiento permitiría protegerlos mejor de las turbas anti-infieles que los habían atacado: "deben tener sólo una entrada que los mantenga adentro y deben quedarse ahí, y dos barcos del Concilio de los Diez se instalarán ahí en las noches, pagados por ellos, para su mayor seguridad".

unifamiliar en la periferia urbana, lo que genera patrones de vida vinculados al uso del automóvil privado. En estos conjuntos de vivienda hay una serie de particularidades que los hacen comparables a lo que Burgess, en 1925, denominó como *ghetto* y que en este momento significa el lugar donde viven los marginados de la ciudad.⁴ Estas características se refieren a: aislamiento, acelerado proceso de deterioro de la vivienda (ya que en mucho de los casos se abandonan por la dificultad para trasladarse a la ciudad central), falta o insuficiente equipamiento, inexistencia o abandono de las escasas áreas verdes con que cuentan, además de inseguridad (Ducci, 2011).

En nuestro país, y específicamente en la ciudad de México, en periodos de tiempo relativamente cortos, se ocuparon grandes extensiones periféricas de ciudad bajo el argumento de atender una demanda creciente de vivienda, considerando la limitada capacidad económica de la población, apostando por la construcción masiva e industrializada de unidades habitacionales, lo que permitió activar económicamente a la industria de la construcción. Estas amplias extensiones de zonas unifuncionales, además de una ubicación periférica, se localizan en terrenos de bajo costo, sin una red vial eficiente que facilite la movilidad, alejadas de los centros de

actividad, sin equipamiento urbano accesible, en suelos de mala calidad y sin espacios públicos que organicen la vida en estas grandes superficies (Figuras 9, 10 y 11).

Aunque este tipo de construcción de espacio urbano se asocia a población de estratos sociales medios y bajos, los estratos altos también están inmersos en la urbanización acelerada mediante la construcción de zonas residenciales que buscan representar los mayores símbolos de estatus y que, por tanto, se ubican lejos de las zonas concentradoras de servicios, en áreas con alto valor paisajístico y en su mayoría aisladas de las grandes concentraciones urbanas. Para este tipo de población estos desarrollos se han convertido en una característica cada vez más común de los patrones de construcción suburbana contemporánea, convirtiendo el entorno urbano en un reino cerrado y privatizado. En el ámbito académico a esta tendencia se le identifica como "gated community".

Grant and Mittelsteadt (2004) definen a este tipo de asentamientos como una urbanización privada, con estructura vial cerrada al tráfico general, de ingreso controlado, que pueden ser rodeados por cercas, paredes u otras barreras naturales, además mencionan que esta tipología exige la creación de estructuras comerciales, actividad económica y empleo, salud, cultura y educación,



Figuras 9, 10 y 11. Conjunto habitacional. Carretera Jorobas-Tula (Elizabeth Espinosa, 2015).

con las mismas pautas del modelo de urbanización disperso, esto es: acceso preferente en vehículo privado.

Lo descrito anteriormente tiene un origen común: la contradicción entre ciudad y automóvil. La presencia excesiva de automóviles perturba la esencia de lo urbano (la concentración de personas, actividades y contactos no sólo en la esfera privada sino en el espacio público y en las calles). Luego entonces, el aumento de las distancias urbanas, la dispersión de las actividades en polígonos monofuncionales han fomentado el uso del automóvil de forma individual. Es decir, el uso masivo del automóvil se enfrenta con la configuración urbana y hace emerger una doble paradoja: entre movilidad y habitabilidad y entre intereses individuales e intereses colectivos (*El libro verde...*, 2007).

Aunque el crecimiento desde los centros urbanos hacia la periferia es un fenómeno mundial, esta forma de descentralización dispersa se encuentra en el centro de la implantación de modelos de desarrollo urbano que son ambiental, social y económicamente insostenibles. Se requiere cambiar esta tendencia.

El principio de reducción de los consumos y fomentar el reciclaje tienen también su aplicación en el campo del Urbanismo. Es necesario pasar de un urbanismo del crecimiento a otro de la transformación.

Gaja (2005) menciona que con la aparición de enclaves (*gated communities*, urbanizaciones cerradas, etc.) la fragmentación y el aislamiento social tienen su mejor (peor) ejemplo y que para ello reciclar, recuperar y reutilizar los suelos urbanizados y el parque edificado disponible es la opción, siempre y cuando no se ignore la condición multidimensional del espacio urbano y se realice una adecuada estructuración e integración entre los tejidos antiguos y nuevos.

Así pues, otro tema relacionado con el objetivo de ordenar la expansión urbana, es la renovación de los tejidos degradados y el mantenimiento y mejora de los mismos. En la renovación es imprescindible imaginar los tejidos conjuntamente con la visión que se tenga de la ciudad y como un espacio de acción que define orientaciones y características específicas de desarrollo e imagen urbana.

Las áreas no deben ser *ghetos*, ni ser analizados de forma aislada de los otros sectores de la ciudad y de su estructura. Si las acciones de mejora son implantadas de manera descoordinada y parcial, pueden tener alcances muy limitados porque no inciden en el resto del territorio y, por tanto, los proyectos, ya sean de mayor o menor relevancia, corren el peligro de terminar en un estado de deterioro similar al que intentaron superar (Hardoy; Gutman, 1992).



La segregación social y funcional que caracteriza a las zonas industriales, por lo general no es superada con la intervención urbana, debido a que no se ofrecen alternativas de condiciones de accesibilidad, multifuncionalidad y de espacio público. La recomendación es no perder la oportunidad de exaltar el papel de intercambio de la calle, del espacio público, de los espacios funcionales de encuentro y no olvidar la integralidad e interrelación de la estructura física y vital de los tejidos urbanos en diferentes escalas de actuación (calle, manzana, ciudad, etc.).

En la ciudad de México varios de los programas de renovación en zonas industriales han promovido la construcción de vivienda en altura, y aunque en numerosas ocasiones las áreas se localizan en zonas de la ciudad con mucha vitalidad urbana, al construir barreras que delimitan y aíslan a los nuevos edificios de vivienda se está tendiendo a la generación de asentamientos con características de los *gated communities*, ya que no se integran a la estructura física existente, perdiendo la oportunidad de promover la mixticidad de usos y enriquecer las actividades urbanas.

Algunas ideas que han sido olvidadas en las intervenciones realizadas a tejidos degradados son:

- Construcción de espacios destinados al desarrollo de actividades económicas de pequeña escala (oficinas,

pequeños negocios, locales comerciales de pequeño formato, entre otros).

- La transformación de tejidos industriales con espacios de actividad mixta compatibles con la vida urbana.

Retomar la ciudad como un proyecto

El propósito es que la planeación territorial de la ciudad se origine a partir de modelos de ordenación que garanticen que el desarrollo sea igual al consumo de recursos (Espinoza, 2012:64).

La discusión sobre la ciudad compacta y la ciudad dispersa es un tema abordado recurrentemente y ocupa incontables páginas en la literatura urbana, sobre todo ante la tendencia cada vez más repetida de convertir la periferia en una expresión espacial de la descentralización residencial, que al estar aislados y no interconectados, genera lo que Gaja (2005) define como una estructura planetaria altamente dependiente del transporte motorizado privado. Sin embargo, coincidimos con este autor respecto a que la polarización en el estudio de los modelos de conformación del espacio urbano (compacto *versus* disperso) debe agre-



Figura 12. Carretera México -Pachuca y Circuito Mexiquense (Elizabeth Espinoza, 2015).

garse, como una variante del modelo difuso, la forma de estructura que denomina disperso o en nebulosa. Ordenación que se vuelve característica de la ubicación de usos que no requieren centralidad, como lo es la habitación que se construye desde y a partir de ejes viarios de gran capacidad.

Debido a que hoy en día la construcción del espacio urbano se realiza principalmente por la agregación de áreas habitacionales (ya sea vivienda residencial o de interés social) debe tenerse en cuenta que aunque una de las razones de su dispersión responde a argumentos económicos (acceso a vivienda propia y seguridad), también es necesario precisar que existen otros factores que intervienen en este proceso. Por una parte, se tiene la preferencia de la población por tipologías de vivienda unifamiliar (lo cual implica baja densidad, poca accesibilidad y escasez de equipamientos públicos) y, por otra, la proximidad a espacios naturales, lo que está asociado al deseo de vivir en la naturaleza (*Figuras 12 y 13*).

No obstante, e independientemente de lo anterior, parece haber consenso en las ventajas y beneficios, para un urbanismo sostenible, de promover el modelo compacto en la construcción del espacio urbano. Por tanto, a continuación enumeraremos algunos de los principios

que definen el desarrollo urbano compacto (*Planificación y Diseño de una Movilidad Urbana Sostenible: Orientaciones para Políticas*, 2013).

- Usos mixtos del suelo.
- Diseño denso de la edificación.
- Gama de oportunidades y opciones de vivienda.
- Barrios amables y cómodos para el peatón.
- Comunidades atractivas y singulares, con un fuerte sentido de pertenencia al lugar.
- Preservación y cuidado no sólo de los espacios naturales, sino de zonas agrícolas y áreas medioambientales críticas.
- Variedad de opciones de transporte.

Es decir, la predilección se fundamenta en las consecuencias negativas que se presentan al aplicar el modelo disperso: demanda de infraestructura vial y de transporte público suburbano, especialización funcional, estandarización de los espacios urbanos, crecimiento exponencial de los desplazamientos, desaparición de recorridos a pie y ausencia de espacio público multifuncional.

Por lo tanto, un principio estructural para el urbanismo sostenible es la reducción de la necesidad de transportarse, además deben promoverse dos de sus consecuencias resultantes: la proximidad y la multifuncionalidad. Gaja



Figura 13. Conjunto habitacional, Circuito Mexiquense (Elizabeth Espinosa, 2015).

Figura 14. Proyecto del corredor cultural Chapultepec, parque lineal con usos mixtos y de proximidad que busca articular dos zonas importantes de la ciudad (www.ccchapultepec.mx/beneficios/).



(2005) propone, con base en una visión morfológica, completar las características del desarrollo compacto⁵ (reducción de transporte, proximidad, multifuncionalidad) con la reducción prioritaria de la vialidad. Ya que parece ser que el modelo ideal de ciudad es aquella que tiene espacios de densidades medias, compactas, próximas e integradas (Gaja, 2005).

Además, si la ciudad compacta es el objetivo deseable, ésta debe ser cuidadosamente diseñada y construida de tal manera, que no sólo se atienda el requerimiento espacial de la población, sino también al simbolismo, parte integral del entorno construido. La dinámica de las relaciones entre el lugar, la política y la vida cotidiana debe ser mejor entendida para facilitar la introducción exitosa de políticas ambientalmente sostenibles (Vallance, Perkins, Moore, 2005) y acentuar el mantenimiento de las ciudades centrales, en la renovación y transformación de los tejidos urbanos existentes en correspondencia con el criterio de minimizar la urbanización de nuevo suelo.

En México hasta hace poco la construcción de inmensos conjuntos habitacionales en la periferia favorecería una ciudad dispersa y fragmentada, sin embargo, la modificación en la política de subsidios y el cambio en las reglas para el otorgamiento de apoyos económicos, que privilegian la construcción de vivienda en zonas urbanas, ha dado como resultado una crisis en la vivienda social que se localiza en las periferias, provocando ciudades fantasmas con decenas de inmuebles abandonados. Un cuestionamiento por demás provocador es ¿cuál de estos dos escenarios es menos negativo?: la ciudad dispersa o una ciudad muerta.

Aumentar la complejidad urbana en los tejidos existentes

...para aumentar la complejidad en los tejidos, se requiere urbanizar áreas adyacentes a los núcleos urbanos consolidados, buscar la conexión entre tejidos antiguos y nuevos, utilizar elementos articuladores como corredores verdes y redes de transporte público (Espinoza, 2012:65).

De manera tal que se racionalice el uso de los espacios centrales o de los tejidos existentes con el desarrollo del conjunto de la ciudad. La integración con un contexto más amplio permitirá que las zonas consolidadas aporten su carácter y riqueza a las nuevas aglomeraciones y se garantice la continuidad de su funcionamiento. Es decir, se debe conseguir una mezcla de usos que permita una vida cotidiana en el entorno próximo, que se vincule a la transformación de usos, a la movilidad de la población y, sobre todo, debe evitarse la expulsión de habitantes por presiones comerciales e inmobiliarias (Figura 14).

La multiplicidad de usos y funciones que se desarrollen en los tejidos actuales es uno de los puntos esenciales tanto para la conservación de los tejidos existentes, como para su integración a una escala más amplia, y ante la construcción de estructuras policéntricas en la ciudad, que como hemos observado en el modelo disperso tiene como consecuencia la conformación de un espacio urbano discontinuo, desagregado, escindido, segregado por paquetes funcionales y sociales, hay que cuidar que los tejidos y transformaciones no se desvinculen del resto de la ciudad.

Entonces, cualquier intervención urbana requiere considerar las características de su entorno urbano,

⁵ Gaja (2005) indica que el tamaño óptimo de las ciudades habría sido históricamente fijado en función de la distancia máxima que sus habitantes estaban dispuestos a recorrer, por esa razón las ciudades históricas no superan los 5 kilómetros de diámetro, es decir, unos 30 minutos andando. El automóvil supuso una ruptura de este referente, de modo que hoy el tamaño debe medirse por la accesibilidad en automóvil. El radio propuesto es entre los 20 y 30 kilómetros.

información que en mayor o menor grado refleja la diversidad de decisiones adoptadas a lo largo de los años, ya que el rendimiento de los espacios urbanos no debe limitarse a sus condiciones físicas, sino también a lo funcional y a su valoración derivada de una adecuada relación de funciones y de la concordancia entre espacios construidos y abiertos (Hardoy, Gutman, 1992).

La falta de articulación entre tejidos urbanos y espacios públicos ha sido uno de los conflictos más referidos en las áreas intervenidas en las zonas centrales de la ciudad, al respecto es importante precisar que la conservación del tejido urbano, la valorización de los espacios públicos y de las áreas verdes, son premisas esenciales para aumentar la complejidad urbana en tejidos existentes. Otra condición, que además permite su subsistencia como asentamientos vivos, es el reemplazo de algunos usos del suelo, temática que debe abordarse con la visión de ser un componente generador de nueva vitalidad, la cual enriquece la mixticidad de usos y funciones, sobre todo cuando se introducen actividades complementarias a los usos (Hardoy, Gutman, 1992).

Hardoy y Gutman mencionan, para el caso específico de los centros históricos y que puede aplicarse al objetivo que nos ocupa, que no es posible transformar el interior de la ciudad sin relaciones y sin aminorar los impactos y efectos que la intervención produzca en el proceso de construcción del espacio urbano más allá de los difusos perímetros de la ciudad. Por tanto, un cuestionamiento que estos autores realizan es ¿por qué insistir en la reconstrucción y la refuncionalización de un edificio aislado, cuando sabemos que las acciones aisladas y desconectadas de un enfoque general no generan una gradual rehabilitación socioeconómica y ambiental de la zona y tampoco mejoran la calidad de vida de sus habitantes?

Esta interrogante permite reafirmar la necesidad de señalar que en el espacio urbano las directrices no son independientes entre sí y que la mayor parte de ellas son complementarias unas con otras, ya que las medidas, si se aplican aisladas, son ineficientes para obtener la renovación y transformación de los tejidos urbanos existentes, sobre todo, si se busca minimizar la urbanización de nuevo suelo. Es decir, el urbanismo de las redes y el estudio de las relaciones son instrumentos

fundamentales para mejorar o promover procesos de ocupación y organización del suelo ya que las redes (físicas y sociales) son los principales elementos estructuradores de la ciudad (Chias, Resendiz, Iturbe y Sánchez, 2012).

Comentarios finales

En los últimos años las normas que definen el urbanismo están determinadas por patrones de crecimiento establecidos por la presión del desarrollo inmobiliario, ya que se ha cedido a los mercados inmobiliarios las decisiones de localización de tipologías (sobre todo las destinadas a la vivienda y actividades comerciales), provocando una intensa especulación del suelo, grandes vacíos dentro de las ciudades y la fractura de la estructura social y espacial, ya sea por la excesiva dispersión de los asentamientos o por la alta concentración (Iracheta, 2012) (*Figura 15*).

Ante la realidad actual (dispersión, baja ocupación, segregación espacial de las actividades, segregación social y funcional, dependencia del transporte motorizado, zonas unifuncionales, hiperconcentración de áreas especializadas, aumento de las distancias urbanas, consumo de recursos, entre otros), la construcción del espacio urbano que priorice el modelo de ciudad compacta y compleja, tiene que partir de un concepto integrador de las relaciones entre el medio construido, el ambiente y el medio socioeconómico, ya que la ciudad es un sistema y, en consecuencia, las relaciones no pueden ser obviadas, ni sólo procurar la atención de la forma, la definición de límites y la localización de elementos estáticos.

Con base en lo que hemos observado en las descripciones realizadas, es indudable el impacto del transporte en la configuración territorial, pero este componente también puede estimular y modificar los procesos de desarrollo urbano si lo consideramos como la capacidad que tiene todo modo de transporte, incluso el caminar, para transformar la estructura geoeconómica de una región determinada, con lo cual se reafirmaría su condición, en extremo relevante, de “fuerza de estructuración territorial” (Chias, Resendiz, Iturbe y Sánchez, 2012).



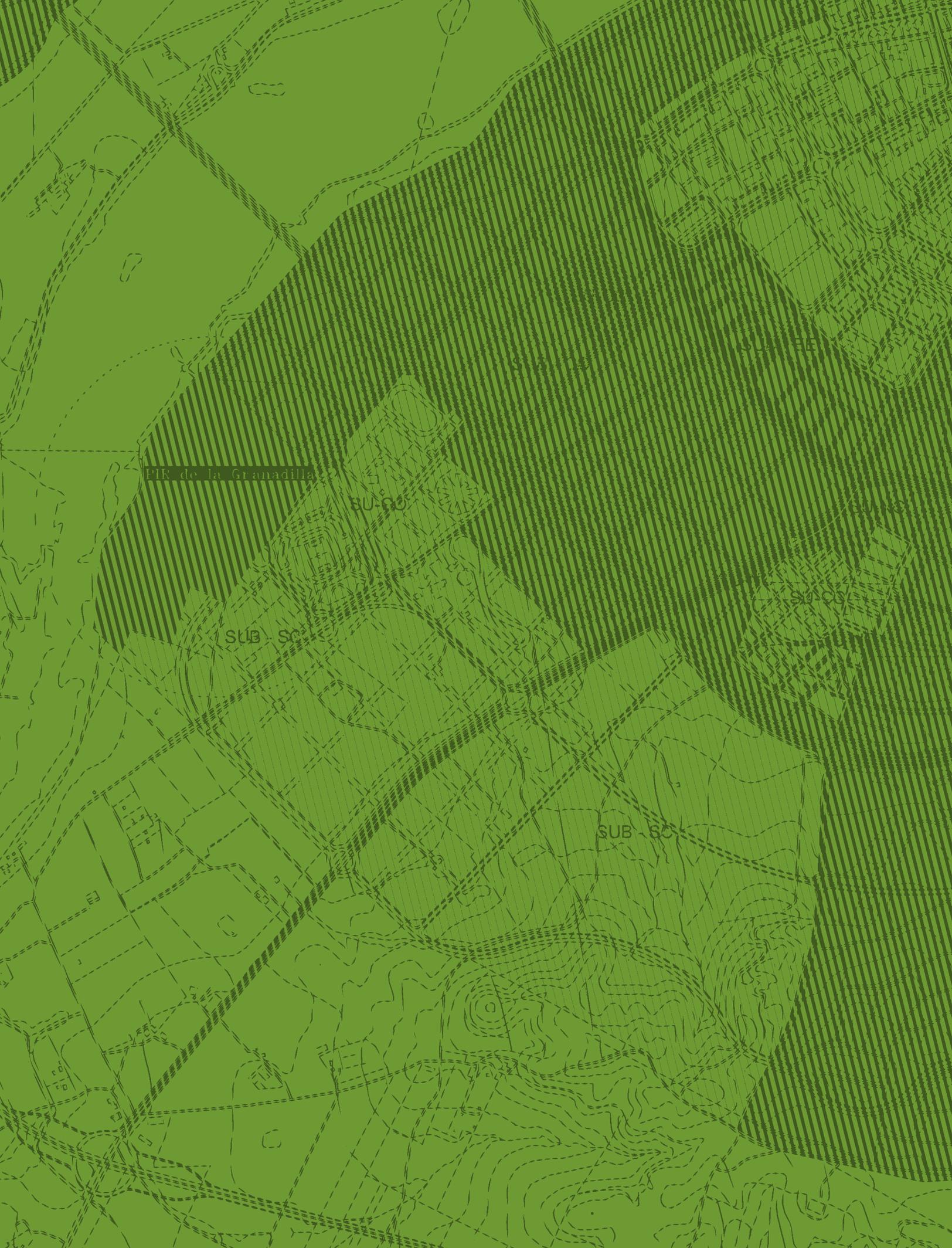
Figura 15. Concentración de oficinas. Nuevo Polanco (Elizabeth Espinosa, 2015).

Por tanto, si la movilidad está asociada a los patrones urbanos que se diseñan e implantan para generar un modelo de ciudad, tema que estimo es el principal objetivo del urbanismo sostenible, es fundamental, para retomar la ciudad como un proyecto, la inclusión de las redes, modos y servicios de transporte, en donde la acción de desplazarse se constituya en una acción claramente transversal, que requiera de un enfoque multicriterio, de manera que la movilidad sea algo más que un desplazamiento, sino un importante componente que permita el acceso de los individuos a una red de relaciones sociales y territorios indispensables para el desarrollo de su vida cotidiana (Chias, Resendiz, Iturbe y Sánchez, 2012).

En conclusión, si bien los objetivos planteados buscan atender problemáticas del proceso urbanizador, debe enfatizarse que retomar la ciudad como un proyecto, la inclusión de conceptos como mixticidad de usos y funciones, accesibilidad, edificabilidad, cuidado de la densidad, limitación de tipologías edificatorias que generen patrones vinculados al uso del automóvil privado, renovación de tejidos, conexión entre tejidos antiguos y nuevos, no es suficiente para obtener un impacto positivo en los espacios urbanos. Se debe tener un proyecto integrador e interrelacionar conceptos y soluciones en las diferentes escalas del espacio urbano.

Bibliografía

- Bramley, Glen (2009), "Urban Form and social sustainability: the role of density and housing type; Environment and Planning B", en *Planning and Design*, volumen 36, U.K., pp. 30-48.
- Chias Luis, Reséndiz Héctor Daniel, Iturbe Antonio y Sánchez Harvey (2012), "Tendencias del transporte y la movilidad desde la perspectiva territorial", en *Urbanismo Temas y Tendencias*, México, Facultad de Arquitectura, Coordinación de Posgrado, UNAM.
- Ducci, Ma. Elena (2011), "La Ciudad sin alma", Mimeo, Santiago de Chile.
- Espinosa, Elizabeth (2012), "El libro verde del urbanismo: la apuesta europea de sostenibilidad", en *Hábitat Sustentable*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Azc.
- Gaja i Diaz, Fernando (2005), *Revolución informacional, crisis ecológica y urbanismo*, España, Universidad Politécnica de Valencia.
- Grant, Jill and Mittelsteadt Lindsey (2004), "Types of gated communities", en *Environment and Planning B: Planning and Design* 2004, volumen 31, Canadá, pp. 913-930.
- Hardoy, Jorge Enrique, Gutman Margarita (1992), *Impacto de la urbanización en los centros históricos de Iberoamérica*, España, Editorial MAPFRE.
- Iracheta, Alfonso (2012), "Ciudades Sustentables", en *Urbanismo Temas y Tendencias*, México, UNAM, Facultad de Arquitectura, Coordinación de Posgrado.
- Ministerio de Medio Ambiente (2007), *Libro Verde del Medio Ambiente Urbano*, España, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.
- Montaner, Josep Maria (2011), "La Modernidad superada: ensayos sobre arquitectura contemporánea", en *Belleza de las Arquitecturas Ecológicas*, Barcelona, España, Gustavo Gili.
- Planificación y Diseño de una Movilidad Urbana Sostenible: Orientaciones para Políticas (2013), *Informe anual*, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), www.unhabitat.org/grhs/2013
- Vallance, Suzanne, Perkins, Harvey and Moore Kevin (2005), "The results of making a city compact: neighbors interpretation of urban infill"; en *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 32, New Zealand, pp. 715-733.
- Vezzoli, Carlo, Kohtala Cindy and Srinivasan Amrit (2014), "Product-Service System Design for Sustainability", en *Greenleaf Publishing Limited*, U.K.



PIE de la Granadilla

SU-00

SUB-SC

SUB-SC

SU-EE

SU-00

SU-00

SU-00

Proyecto de Interés Regional (PIR) de la Granadilla, Badajoz, Extremadura, España

Jorge Alfonso López Álvarez

PALABRAS CLAVE:

urbanismo Extremadura, Badajoz, urbanismo prestacional, Inmuba, Eco barrio, Urbanismo sostenible, Granadilla, Proyecto de Interés Regional

KEYWORDS:

Extremadura planning, benefits planning, sustainable urban development

RESUMEN

En el contexto del auge inmobiliario español durante 1997 y 2007, y ante la continua escalada de precios de la vivienda, que expulsaba del mercado a grandes sectores de la población, muchos organismos públicos se lanzaron a la promoción de viviendas, entre otros, la Inmobiliaria Municipal de Badajoz, que promovió la creación de un conjunto residencial de 1,640 viviendas sociales, conformándose el Proyecto de Interés Regional (PIR), basado en criterios de sostenibilidad, obtenidos del análisis bioclimático de la ciudad preexistente.

El proyecto plantea implantar las arquitecturas más ecoeficientes posibles, dando el máximo grado de libertad formal a los diseñadores. Las propuestas se analizaron en un modelo virtual 3D, a fin de estudiar la interferencia de unos diseños con otros. Este mecanismo de producción urbana se aleja de cualquier configuración apriorística de la ciudad. El ecobarrio de la Granadilla pretende sustituir el urbanismo formalista por otro que podríamos llamar prestacional.

ABSTRACT

In 2005, the burst of the Spanish property bubble and the continuous rise of housing prices, pushed a large amount of the population out of the market. In this context, many public organisms started involving in the home selling area, as it did the "Inmobiliaria Municipal de Badajoz". This public agency promoted the creation of 1640 houses for a social housing program. In order to achieve this plan, the PIR (Regional Interest Project) was created, based on a sustainability criteria, obtained through a bioclimatic analysis of the pre-existing city. The project is oriented to create an urban design that defines the bases for the application of the most eco-efficient architecture, giving the designers the freedom they need to apply their building ideas. These proposals will later be analyzed in a 3D virtual model that will allow the participants to observe interactions within the different designs. This type of city making is highly inaccurate and far from giving a real idea of the final form of the city. The eco-district of Granadilla pretends to replace the formalist urban planning for another one with energetic assistance.

Consultor independiente,
Badajoz, España
jorgelopezarquitecto@gmail.com

Introducción

En el contexto del auge inmobiliario español, 1997-2007 (*Cuadro 1*),¹ que se había convertido en un bien de cambio, en vez de un bien de uso, con la consiguiente presión especulativa sobre su precio, desde una óptica que llamaremos liberal, se convino que en la formación del mismo, el factor determinante de su alza continua era el suelo, ya que este factor, sujeto a múltiples regulaciones,² se consideraba como la única variable independiente en la lógica de la ley de la oferta y la demanda. A fin de liberalizar su mercado se tomaron varias medidas legislativas en las diferentes instancias de la administración española.

El Estado español tiene una estructura denominada autonómica, mediante la cual las diferentes regiones tienen un estatus cuasi federal, por lo que la legislación siempre tiene al menos dos niveles: el estatal y el autonómico, lo que provoca situaciones tan absurdas como que cada región tenga, por ejemplo, su propia Normativa en temas tan objetivables como: la accesibilidad, la protección contra el ruido, el control de vertidos, etc.

A nivel estatal la medida más importante fue la Ley del Suelo de 1998 que declaraba urbanizable todo el territorio nacional, excepto lo explícitamente protegido (*Cuadro 2*).

A nivel autonómico, la inclusión en sus marcos legislativos de la figura del “agente urbanizador”,³ operador que mediante concurso público queda investido de facultades urbanizadoras sobre un suelo del que no necesariamente ha de ser propietario (figura semejante al detentador de los derechos de explotación en minería, que usualmente no es el titular del suelo bajo el que existe el yacimiento).

Por último, la apertura del mercado hipotecario español a los sistemas financieros globalizados, posibilitaron un acceso casi ilimitado al crédito por parte de inversores y consumidores, desde mediados de la década de los 90.⁴

En resumen, la política neoliberal soslayó todos los filtros (planeamiento urbanístico, propiedad dominical y límites financieros) que podrían haber frenado el proceso de urbanización y edificación, en que se embarcó España en esa década.

Desde el punto de vista socialdemócrata, recordemos que dado el régimen autonómico regional vigente en España, pueden convivir, simultáneamente, diferentes alternativas políticas en cada territorio del país, por tanto, los intentos de establecer criterios de racionalidad y control en el proceso, fueron excesivamente tímidos y consistieron básicamente en la limitación del suelo disponible para la urbanización en contextos regionales, en un modesto fomento de prácticas rehabilitadoras o bien en limitar los cauces legales de la calificación del suelo, vinculando el desarrollo de ciertas propuestas inmobiliarias, a la consecución de determinados programas de ejecución de viviendas sociales en sus diferentes categorías.

Como parte de este último tipo de alternativas, se encuadra la planificación que nos ocupa.

Marco Legislativo

Antes de describir la propuesta de Ordenación de la Granadilla, y en complemento a lo mencionado de la Ley Estatal del Suelo (1998), es necesario hacer un breve comentario crítico sobre el marco jurídico que sirve de base legal.

Ley del Suelo y Ordenación territorial de Extremadura (Lesotex) 2001

Esta Ley incluye en su articulado la figura del PIR (Proyecto de Interés Regional), bajo cuyas prescripciones se realizó el planeamiento que exponemos en este escrito. En esencia el PIR es una figura que ordena y diseña, para su ejecución inmediata, las obras a las que se refiere. Su aprobación clasifica y califica urbanísticamente el territorio que afecta, estando tan sólo supeditado a las directrices que sobre él establezcan los planes territoriales y las delimitaciones que estén establecidas en defensa del Medio Ambiente y del Patrimonio Histórico.

Es, por tanto, un instrumento legal de gran importancia, que en la práctica legaliza cualquier operación urbanista previamente consensuada con la administración autonómica, saltando el nivel de competencia de los ayuntamientos.

1. De 1987 a 2005 el suelo urbanizado en España creció un 40%, pasando de 8,140 km² a 11,470 km².

2. Los elementos que “obstaculizaban” la libre disposición de suelo por parte de los inversores eran: el planeamiento territorial y municipal, el derecho dominical de la propiedad y la disponibilidad financiera.

3. Figura creada en primera instancia por la Ley del Suelo Valenciano LRAU 1994 y LUV 2005.

4. En muchas operaciones crediticias el aval para la concesión del préstamo era el propio suelo sin urbanizar, valorado como urbanizado, para cuya compra se pedía el crédito.

No deja de ser sorprendente que esta legislación elaborada por una administración regional socialista, sea el complemento normativo perfecto de la legislación estatal, establecida hoy en día por un gobierno neoliberal. Dentro de las posibilidades de clasificación del suelo, se incluye la de poder clasificarlo para uso residencial.

Al amparo de esta legislación se han efectuado numerosas operaciones inmobiliarias en la región, con un resultado en general negativo desde el punto de vista de la sostenibilidad, ya que los suelos así clasificados, lo han sido en las periferias lejanas de las ciudades extremeñas, produciendo una pléyade de ciudades dormitorio o barrios de difícil integración en los núcleos existentes.

Nuestra propuesta de ordenación soslayaba esta deficiencia, como más adelante explicaremos.

Reglamento de Planeamiento (Estatal y Autonómico)

Instrumento que ordena tanto los criterios formales para la elaboración de los documentos de planeación, como la cuantificación de las diferentes reservas dotacionales (suelo destinado a espacios libres, escolar, asistencial, comercial, número mínimo de plazas de aparcamiento, etc.) (*Cuadro 3*), todos estos parámetros son presentados desde un punto de vista cuantitativo, dedicando tan sólo unos breves párrafos (Art. 28.e y Art. 30) a establecer con vaguedad unas directrices respecto a la introducción en el planeamiento de criterios referentes al soleamiento, ventilación de las edificaciones, etc.

En resumen, podemos decir que, desde un punto de vista normativo, los diferentes reglamentos de planeamiento y de obligado cumplimiento vigentes en España, constituyen un cuerpo jurídico-técnico del que están ausentes cualquier exigencia referente a la sostenibilidad de las planificaciones que a su amparo se desarrollen.

El Código Técnico de la Edificación (CTE)

El CTE es el traslado a Norma de los compromisos adquiridos por el Estado español para el cumplimiento de los Acuerdos de Kioto y Goteborg, en realidad traslada a la legislación española varias directrices de la

Cuadro 1.

Como causas del auge inmobiliario podemos señalar:

- Auge del mercado de capitales de una gran masa de dinero negro motivado por la entrada de España en la zona euro.
- Ruptura de la burbuja tecnológica (caída de los valores bursátiles.com) y desplazamiento del dinero a mercados tangibles (edificación).
- Llegada de nuevos clientes potenciales al mercado inmobiliario español, clases medias europeas en busca del paraíso mediterráneo.
- Política fiscal de desgravación por la compra de inmuebles.
- Concesión de créditos a plazos muy largos y con bajo interés (globalización del mercado de capitales).

Cuadro 2.

Título II Régimen Urbanístico de la Propiedad del Suelo, Capítulo I Clasificación del Suelo, Art. 7 al 11 de la Ley 6/1998 Sobre Régimen del Suelo y Valoraciones (Vigentes hasta 1 de Julio de 2007).

Si bien es cierto que este articulado “per se” no implica una liberación absoluta del mercado del suelo, sí introduce un cambio de planteamiento a la hora de pensar en la ciudad y el territorio respecto de las legislaciones anteriores.

Tradicionalmente en España el planeamiento “dibujaba” la ciudad y su expansión, clasificando el suelo en urbano, urbanizable programado, urbanizable no programado y no urbanizable.

En la práctica se definían con precisión las tres primeras clases y se incorporaba el resto a la cuarta, con la nueva ley el proceso se invierte ya que con la Ley de 1998 se reconoce la primera categoría, suelo urbano, y se define con la debida justificación, recurrible jurídicamente la cuarta, quedando atribuido el resto del suelo a la segunda, suelo urbanizable.

Esta dialéctica sigue dando lugar en España a encendidos debates tanto en el mundo del urbanismo como en el de la economía, al que nunca faltan novedosas aportaciones como el reciente informe de la Comisión Nacional de la Competencia en el que se propone, entre otras, establecer criterios de competencia en la elaboración del planeamiento general de los Municipios.

Cuadro 3.

En resumen las reservas mínimas de suelo a realizar son de 35 m², de suelo dotacional público (sin incluir el destinado a viarios), por cada 100 m² de techo edificable, de manera que 15 m² han de destinarse a zonas verdes y se determina que el 25% del aprovechamiento residencial se comercializará bajo la figura de viviendas sujetas a protección pública en sus diferentes regímenes. En los PIR residenciales este porcentaje se aumenta al 100%.

Por último, se limita la densidad habitacional a 65 viviendas/Ha. y la edificabilidad a 0,90 m² en municipios de más de 100,000 habitantes. Estas limitaciones, particularmente la de viv./Ha., al día de hoy parece anacrónica ya que prefigura una imagen muy estática de las formas de habitar, ligadas básicamente a la familia biparental de hijos, la realidad social actual de nuestra sociedad es que alrededor de un 25% de los núcleos familiares son de organización distinta a la de la familia tradicional.

ley (D 89/106/CEE Y D 292/92/CEE) sobre la eficiencia energética de los edificios. Publicado en 2006, constituye el cuerpo Normativo que garantiza la calidad de la edificación (particularmente de la residencial) en España. De sus diversos apartados: Seguridad Estructural, Incendio, Accesibilidad, Salubridad, Protección contra el Ruido y Ahorro de Energía, los tres últimos incluyen requerimientos a la edificación en el sentido de hacerla más sostenible, aunque con grandes contradicciones, por ejemplo, está taxativamente clara la obligación de ejecutar redes separadas para la evacuación de aguas en los edificios, pero no está tan clara la obligación de prever éstas en las obras de urbanización.

No obstante, supone un importante avance respecto de las normas sectoriales anteriores, y sobre todo se cambia el concepto de la norma, sustituyendo los cumplimientos formales de las anteriores prescripciones, por su real satisfacción prestacional. Idea muy importante al trasladar al campo de la planificación urbana y sobre la que volveremos en las conclusiones de este artículo.

Complementariamente con la publicación del CTE, se modificó en 2007 el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios); en ese mismo año se estableció el procedimiento básico para efectuar la calificación energética de los edificios de nueva construcción, proceso completado en el año 2013 al hacerla extensiva a los edificios existentes.

Nos parece importante señalar la oficialización de la utilización de diversos programas informáticos libres, tanto para la comprobación de la limitación de la demanda energética, como para la calificación energética de los edificios (Catálogo de materiales, Calener, CE3 y CE3X), ya que el avance que supone para la armonización de los estándares de eficiencia energética de los mismos, la utilización de estas herramientas informáticas, no tiene su contrapartida en el campo de la planificación urbana.

La actuación

Encuadre histórico y social

La fundación de Badajoz, en el año 875 por un muladí rebelde⁵ procedente de Emérita Augusta (Mérida), se

materializó en la construcción de una Alcazaba, en el denominado Cerro de la Muela, paraje a orillas del río Guadiana, controlando uno de los más importantes vados del mismo, y con unas inmejorables condiciones de defensa (*Figura 1*).

Desde este enclave se extendió por las faldas del cerro, hasta quedar definida espacialmente por una cerca medieval, transformada en muralla abaluartada en el siglo XVII, cuyo perímetro permaneció estable hasta la primera mitad del siglo XX (*Figura 2*).

Desde su fundación la ciudad ha sufrido numerosos acontecimientos de carácter militar: guerras (N-s) entre los Reinos Cristianos y los Reinos Musulmanes, conflictos casi continuos (E-o) con el vecino Reino de Portugal, episodios de gran virulencia destructiva durante las Guerras Napoleónicas y, por último, un triste episodio de asalto por parte de las tropas franquistas en la Guerra Civil Española. Todos estos episodios han producido continuos destrozos en la arquitectura de la ciudad, de cuyo plano y trazado, no deja de sorprendernos su permanencia.

Actualmente la ciudad cuenta con 150,000 habitantes de derecho y alrededor de 20,000 más de hecho.

Se halla enclavada en las Vegas Bajas del Guadiana en una de las zonas de mayor riqueza agrícola del Estado. No obstante, hemos de aclarar que la región en la que se ubica es de las más pobres de Europa, manteniendo la calificación como región objetivo Núm. 1,⁶ tan sólo comparable al nivel de renta con las áreas más desfavorecidas de la Europa del Este, recientemente incorporadas a la Unión Europea.

Esta situación económica se traduce, en el mercado de la vivienda, en que sus precios sean los más bajos de España, aunque los costes de producción no lo son en la misma proporción, por tanto, la calidad media de la edificación, en general, y de la edificación residencial, en particular, es bastante baja, aunque ello, por lógica, no exonera de cumplir los requisitos mínimos de calidad que imponen las diferentes normativas nacionales, en particular el mencionado CTE.⁷

Encuadre físico

Como decíamos líneas antes, Badajoz (38°52'N y 6°58'W) se haya enclavada en las fértiles Vegas Bajas del

⁵ Ibn Marwan El Chilikui, muladí, perteneciente a la aristocracia emeritense convertida al Islam en el siglo precedente, se rebeló en numerosas ocasiones contra el poder del Emir de Córdoba, por lo que sufrió una especie de destierro pactado, que le llevó a refundar la ciudad sobre las ruinas de un castillo anterior que se conoce por referencias bibliográficas y equívocos restos materiales.

⁶ Se denominan regiones objetivo Núm. 1, aquellas de Europa cuya renta *per cápita* es inferior al 75% de la media europea.

⁷ Resulta paradigmático que en la vivienda de promoción pública de Extremadura no se exija la instalación de sistemas de climatización, con la nefasta consecuencia de incentivar de facto la producción de calor por efecto Joule (calefacción mediante radiadores eléctricos).



Figura 1. Badajoz 1645. Obsérvese la orientación perpendicular al río de parte del viario, incluso en el trazado del manzanero de la Alcazaba islámica en la parte superior del flanco (la orientación N queda a la izquierda del documento).



Figura 2. Badajoz 1940. La ciudad después de la guerra civil española.

Guadiana, zona de regadío intensivo, debido a la gran transformación del medio rural de las Vegas del Río Guadiana promovido en 1952 durante el gobierno del General Franco, que consistió en la colonización de una amplia extensión de territorio, antes ocupado por latifundios dedicados básicamente a cultivos de secano y ganadería extensiva, en zonas regables con implantación de los denominados Pueblos Nuevos o de Colonización. Con más luces que sombras, fracasó en su planteamiento de desarrollo sobre el territorio la industria de transformación del producto agrario, quizá por falta de capitales y la poca tradición emprendedora de la burguesía local.

Es un paisaje llano, salpicado de pequeños cerros muy localizados. Los suelos son arcillosos con intrusiones de arena y grava, formados por los depósitos aluviales del río.

La altura de la ciudad sobre el nivel del mar es de 175 m y goza de un clima según la clasificación FAO: templado-cálido con inviernos suaves de tipo semiárido, el índice de Thornthwaite es DB'3 db'4 (semiárido, mesotérmico, nulo exceso de humedad y calentamiento estival moderado). La precipitación media es de 463 mm/año.

El Diagrama de Givoni (*Figura 3*), nos proporciona estrategias bioclimáticas para obtener un grado de comodidad adecuado, el favorecer la ventilación e instauración de energía solar calorífica pasiva.

Al analizar las cartas anuales de vientos (*Figura 4a y 4b*), observamos que predominan los de componente oeste, vientos atlánticos, que aportan humedad y temperaturas suaves, con una importante particularidad que se refleja en el trazado urbano de la ciudad histórica desde sus orígenes. En la ciudad histórica se pueden apreciar dos tipos de calles: las señaladas en rojo de

Orientación NO, perpendiculares al río, en las que prima la actividad y las marcadas en azul de orientación SO que son callejones secundarios de servicio. Ya que la variación estacional de la dirección de los vientos dominantes, que circulan del SO en invierno y al O-NO en verano y los vientos invernales del Este, que provienen del interior mesetario de la Península Ibérica, que son continentales, secos y fríos, ambos con velocidades medias moderadas, hace que en la trama urbana histórica se distingan claramente unos trazados principales, perpendiculares al río, que permiten la ventilación estival e impiden el correr de los vientos desagradables invernales y otros secundarios perpendiculares a los anteriores, que lógicamente sufren el efecto contrario (*Figura 5*).

Por último, en cuanto al régimen pluvial, siendo de marcado carácter estacional, debemos señalar su torrencialidad, con frecuentes episodios tormentosos, lo que quizá explique la existencia de portales en los espacios públicos históricos, aunque indudablemente esta disposición espacial es característica de la arquitectura tradicional española (*Figura 6*).

Datos programáticos de la actuación

Muestra participación surge por iniciativa de la Inmobiliaria Municipal de Badajoz (Inmuba),⁸ motivada por la intención de plantear un modelo alternativo a otras promociones de vivienda protegida de iniciativa privada, surgidas al amparo de la legislación autonómica que las regula mediante la comentada figura de los PIR.

En efecto, como ya se ha señalado y al amparo de la citada legislación, a partir del año 2003 se habían sucedido tres actuaciones de promoción de viviendas protegidas de iniciativa privada, sumando un total de 4,442 unidades de

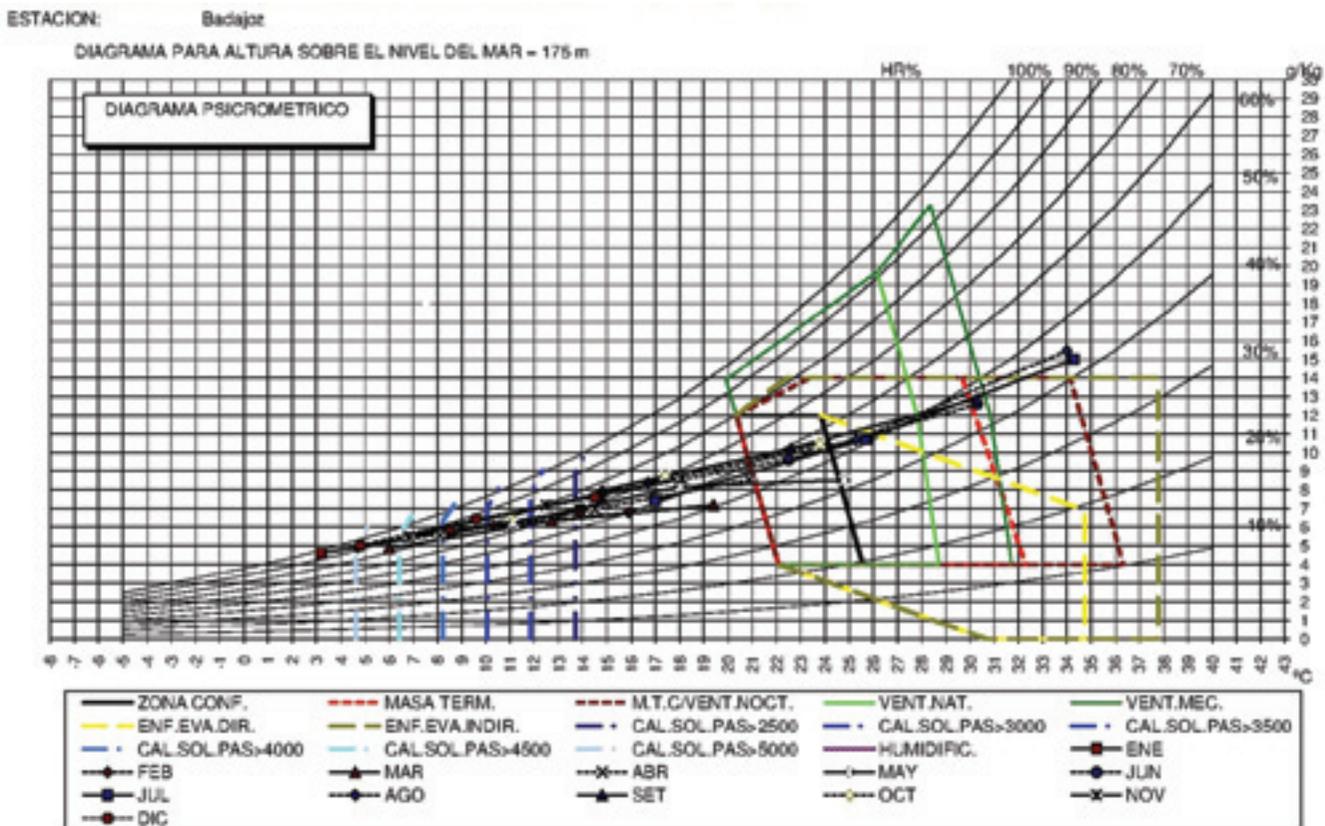


Figura 3. El Diagrama de Givoni

vivienda. Si bien estas promociones tuvieron muy buena acogida entre los demandantes de vivienda, todas ellas, en mayor o menor medida, planteaban una serie de preocupaciones al consistorio (Figura 7):

- Ubicación excesivamente periférica respecto del núcleo urbano consolidado, con los consiguientes problemas de movilidad.
- Carencia de un programa de inversiones para dotarlas del equipamiento necesario (colegios, guarderías, centros médicos, etc.).
- Carencia de suelo para el desarrollo de centros de actividad laboral, con lo que fácilmente se transformarían en barrios dormitorio.

Por otro lado, en los propios convenios de clasificación de suelo, se introducía un mecanismo, ciertamente perverso, ya que al establecer dos categorías de viviendas: las del Programa Especial, que con una superficie útil máxima de 80 m² y un precio límite de 60,000 euros,⁹ eran claramente deficitarias para el promotor, teniéndose que suplementar su coste de ejecución con la venta de los locales comerciales y suelos de terciario que previera el planeamiento y cuya cantidad estaba limitada a los mínimos establecidos reglamentariamente y, sobre todo, de las plusvalías obtenidas de la venta del otro tipo de viviendas, que eran las denominadas

Viviendas Medias, que con una superficie máxima de 120 m² útiles y un precio de 1,200 euros m², tenían que generar los recursos para hacer posible la promoción.

Por lógica, las viviendas del programa de 60,000 euros, adjudicadas por lotería a los compradores que cumplían una serie de requisitos (nivel de ingresos, cargas familiares, etc.), tuvieron una rápida venta, no siendo igual de entusiasta la demanda de las de precio superior, que aunque tenían un precio muy inferior a las promovidas por la iniciativa privada en otras áreas del núcleo urbano, ya eran sopesadas como un producto económico, pero con graves servidumbres (las mencionadas en el punto anterior). Por otro lado, desde el punto de vista de su calidad, no aportaban ninguna mejora sustancial a las del Programa Especial, siendo la calidad de ambas idénticas, atreviéndonos a calificar de baja.¹⁰

La promoción pública que planteó la Inmobiliaria Municipal de Badajoz, partió de la premisa insoslayable de no alterar la planificación de la ciudad propuesta por el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Badajoz. Por ello, y ante los elevados precios del suelo en las áreas fronterizas con la ciudad consolidada, se escogieron, dentro del límite del suelo previsto para el desarrollo urbano, una serie de parcelas en el límite del mismo, conviniendo con sus propietarios unas compensaciones monetarias y en parcelas edificables, esta

8 Empresa Pública dependiente del Ayuntamiento de Badajoz, cuyo objeto social es la promoción y rehabilitación de viviendas económicas y/o de protección oficial.

9 Precio 4 o 5 veces el costo de un automóvil utilitario de fabricación nacional, por tanto, muy bajo para un bien duradero como es la vivienda.

10 Las tres empresas inmobiliarias que ejecutaron esas promociones están hoy concursadas y en vías de desaparecer, dejando importantes deudas a sus proveedores.

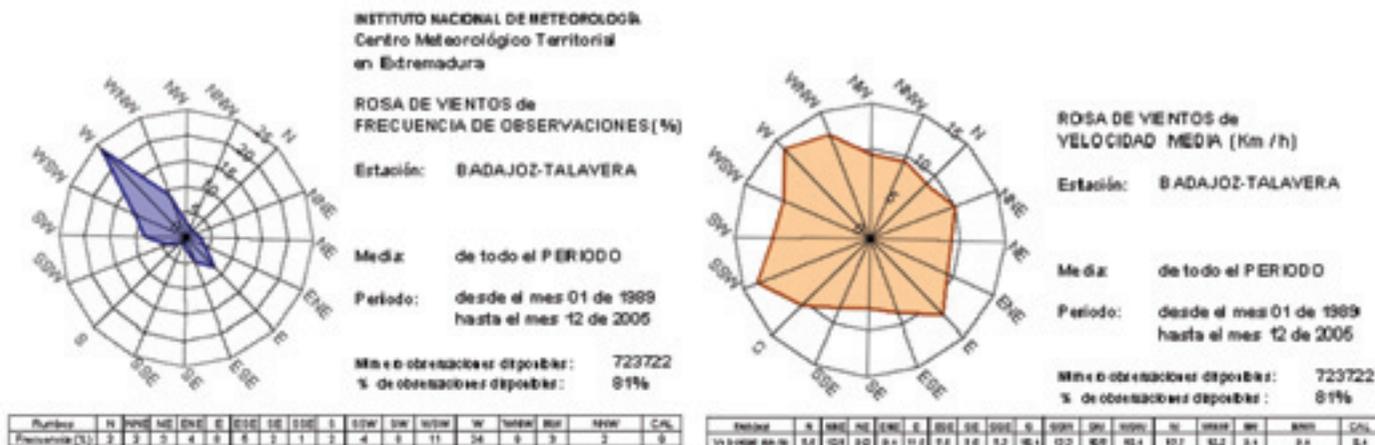


Figura 4a y 4b. Cartas de vientos.
 Obsérvese la variación de la orientación del viento entre el invierno y el verano.

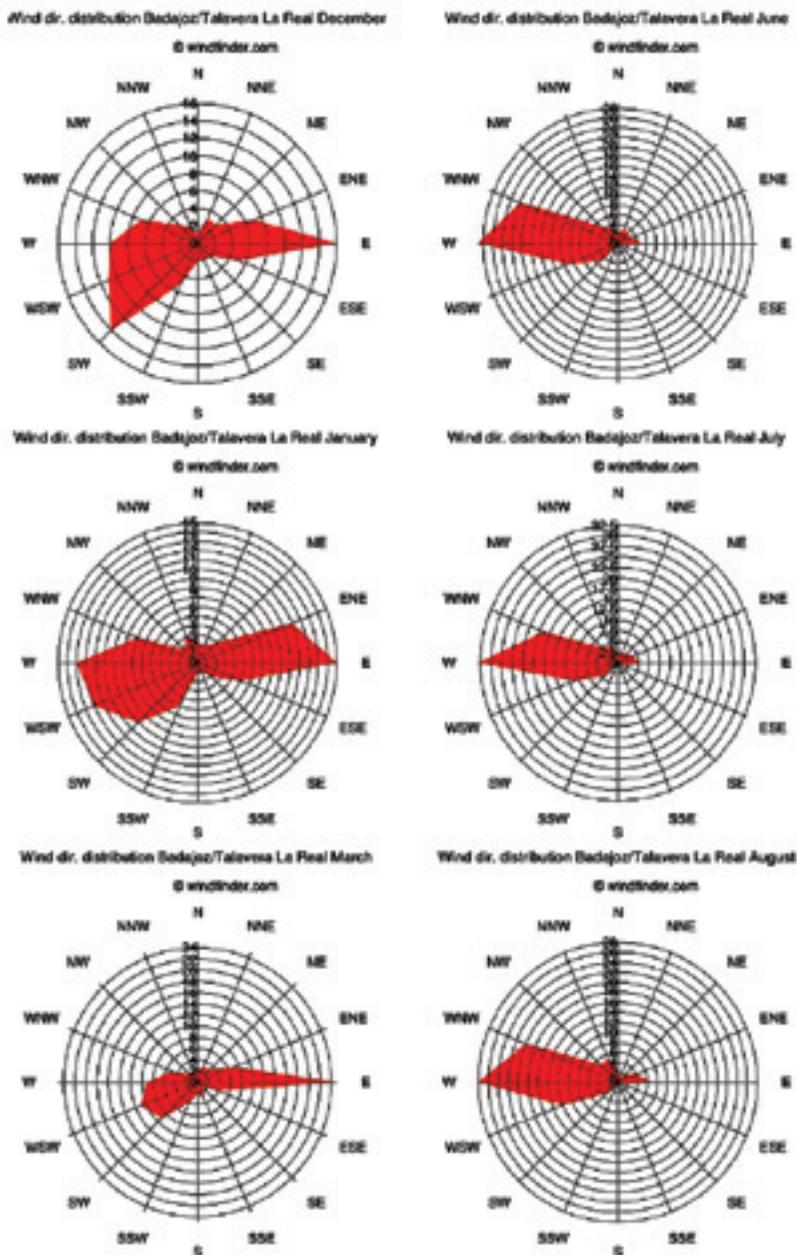


Figura 5. Planta de la ciudad actual. En rojo las calles del centro histórico donde se concentra la actividad, en azul el viviario sirviendo con poca o nula actividad.

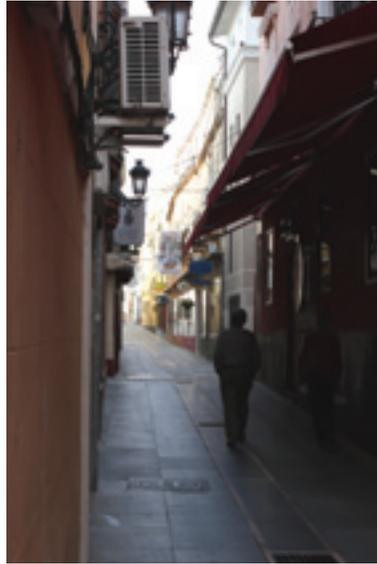


Figura 6. El espacio público de la ciudad histórica.

gestión previa permitía garantizar la futura integración del barrio en la ciudad existente (*Figura 8*).

Los modos de producción de la ciudad contemporánea han alterado definitivamente la relación de los ciudadanos con su entorno. El acto fundacional de la ciudad histórica, fue precedido en todas las culturas, por una apropiación de carácter mágico del territorio, en el mito los augures señalaban el lugar preciso donde levantar la colonia o una ciudad, en una ceremonia donde se entronizaba la genealogía de los antepasados en el nuevo territorio, recordemos que el concepto patria, proviene del latín “pater terrae”, la tierra de los padres y muchas veces, al menos en el ámbito mediterráneo en las nuevas fundaciones, se consagraba en el nuevo territorio una pequeña porción de tierra de la ciudad de la cual eran originarios los fundadores. En efecto, los actos religioso-mágico que tuvieron lugar en la fundación de la ciudad histórica han sido sustituidos por campañas publicitarias sobre las bondades o ventajas de los emplazamientos propuestos, transformando la ciudad en un producto de *marketing*.

Esta alienación del hombre, respecto de su territorio, tendrá profundas consecuencias en la psicología del grupo; por ejemplo, es difícil exigir un comportamiento cívico al vecino que antes que protagonista de su ciudad, se siente más o menos satisfecho con sólo ser consumidor de la misma. Es por ello que entendemos que en la toma de decisiones respecto de la planificación, además de hacer un esfuerzo emocional por la comprensión del lugar y la lectura de sus valores, es necesario abrir procesos de participación de los futuros usuarios.

En la creación de nuevos barrios, es más fácil contar con la opinión y deseos de los vecinos en barrios existentes sujetos a procesos de remodelación o saneamiento que en zonas de expansión en las que el futuro habitante, en principio, tan sólo tiene la condición potencial de cliente. Por ello, estos procesos son de difícil gestión, sin embargo en la experiencia de la Granadilla, una política de comunicación con los hipotéticos futuros moradores, a través de los medios y las redes sociales, hizo que en un momento determinado existiese en la ciudadanía una opinión clara sobre el barrio que se estaba planificando.



Figura 7. Badajoz actual con ubicación de las promociones acogidas al sistema PIR y su relación espacial con el área urbana, la denominada el Cuartón se desarrolla junto a la zona industrial de la ciudad.

El lugar

Con una topografía básicamente plana, a orillas del río Guadiana, en la zona donde se ensancha para formar una amplia represa, se encuentra muy próximo a las grandes dotaciones deportivas de la ciudad, hasta el punto de que su toponimia “La Granadilla”, define un sitio por todos conocidos.

Los terrenos están clasificados como urbanizables en el PGOU de Badajoz que plantea sobre éste una retícula viaria que define un manzanero de 180 x 180 m, este trazado viario es estructurante y de obligada materialización.

Durante el proceso de gestión para adquirir los terrenos objetos de la actuación, se realizó una campaña de estudios geotécnicos que dio un resultado favorable a su implantación. En España, es excesivamente frecuente la ausencia de estos estudios, previos al planeamiento

de cualquier categoría (planeamiento general, de desarrollo, de detalle, etc.) de este tipo de estudios, que en nuestra opinión debería de figurar en las memorias de información de las diferentes escalas de planeación, siendo un dato, junto al de riesgos geológicos, que deberían ser de obligado conocimiento antes de cualquier planificación. En nuestro caso que los resultados fuesen favorables era imprescindible, ya que el objeto de la actuación (viviendas sociales) no permitía asumir los sobrecostos que una cimentación compleja implicaría.

Líneas antes hemos señalado las condiciones climáticas del territorio, por lo cual cabe ahora señalar que la orientación del citado manzanero definido por el viario estructuralmente no produce orientaciones totalmente óptimas desde el punto de vista del soleamiento ni de la ventilación.

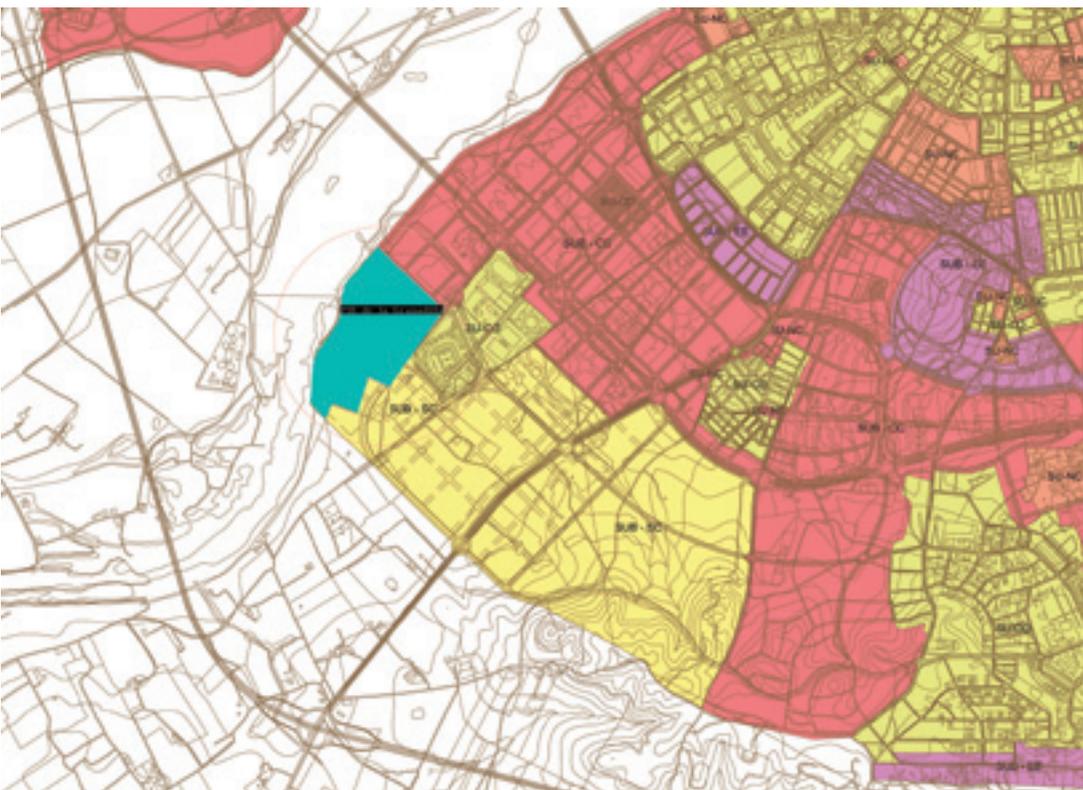


Figura 8. El PGOU en el que se inserta la actuación de la Pilara, obsérvese el trazado de la cuadrícula viaria estructurante.



Figura 9. Esquema general de la ordenación, en azul las dotaciones públicas, en violeta el equipamiento privado.

Habrá que entender la definición del planeamiento como un acto en esencia creativo, aunque totalmente mediatizado por un proceso básico analítico y objetivable. Históricamente la forma de la ciudad ha reflejado las relaciones de poder entre sus ciudadanos y de su arquitectura con el medio, aunque, en nuestra opinión, esta última ha sido, con frecuencia, sacrificada en aras de la idea de ciudad como representación de poder y más modernamente por ser soporte de un complejo mecanismo generador de plusvalías.

Por lo anterior desconfiábamos *a priori* de las definiciones formales, tomadas por lo regular de modelos antidemocráticos, que desde el planeamiento se imponen a la arquitectura de la ciudad. Para nosotros ha de ser el resultado de un proceso muy distinto y que pretendemos explicar con el desarrollo del nuestro PIR.

Con los antecedentes anteriormente señalados, recibimos¹¹ de la Inmuba, el encargo de planificar el Sector.

Comprometidos con la idea de lo sostenible, palabra ciertamente manida y de difícil traslación a la realidad de los procesos urbanizadores y que preferimos sustituir simplemente por la de racionalidad, al reflexionar sobre el lugar determinamos las siguientes premisas como pilares en los cuales fundamentar nuestra propuesta (*Figura 9*):

- La condición de límite que tiene el territorio, entre la tierra y el agua, debía de ser preservada, el lago sobre el que se proyectó el horizonte con la visión hacia el poniente de los cerros fortificados de la

vecina ciudad de Elvas (Patrimonio de la Humanidad) tiene unos valores paisajísticos que caracterizan al lugar y le identifican, esta caracterización del sitio se tenía que incorporar sensiblemente al diseño.

- La implantación próxima a la ciudad consolidada, pero relativamente distante de ella, debía de gozar de la máxima autonomía funcional que fuésemos capaces de conseguir, tanto a nivel dotacional como de proporcionar empleo a los residentes.
- Por esta misma situación periférica, se pretendía conseguir una identidad final, que autorreferenciase al barrio, que fuese reconocible en su conjunto como sitio, luego entonces, su forma tendría que ser identificable, singular.
- La planeación tenía que favorecer la implantación de estrategias de acondicionamiento bioclimático de las futuras edificaciones (en particular de las residenciales) mediante:
 - corrección de la no idoneidad del viario vinculante,
 - ubicación de los espacios libres de forma que favorezcan los procesos de humectación, evaporación y ventilación en el entorno de los edificios,
 - el registro peatonal del barrio minimizando las interferencias entre el automóvil y los recorridos.

Ordenación propuesta

En el proceso de diseño de nuestra propuesta, analizamos diversas y muy interesantes realizaciones de los

¹¹ Equipo: arquitectos: Alberto Arestizabal Pastor y Jorge López Álvarez; ingenieros de infraestructuras: Inproesa. D. Marcelino Iglesias Cortina, D. Javier Hurtado Méndez, D. Alfonso Morales Gordillo y D. Rafael Nieto Hernández; ingeniería ambiental: Tomas González Moreno; gestión energética: Endesa; asesoría jurídica: Miguel Corchero Pérez.



Figuras 10a y 10b. Sarigurren y Valdespartera.

denominados ecobarrios o ecociudades en España, de todas ellas destacamos las de Sarigurren en Navarra y Valdespartera en Zaragoza (Figura 10a y 10b); ambas actuaciones han sido merecedoras de numerosos premios, reconocimientos y distinciones.¹² Son dos excelentes ejemplos de desarrollos urbanísticos sostenibles, sin embargo, la forma de la ciudad propuesta en ambos casos, aun planteando formalizaciones distintas, producen una imagen de ciudad que no surge directamente de su concepción ecourbana. En el caso de Sarigurren la formalización de la ciudad planteada parece hundir sus raíces, apriorísticamente, en los postulados propuestos por los tratadistas italianos de la década de los 70 (Rossi, Scolari, etc.). En el caso de Valdespartera el diseño urbano parece estar basado en una traslación muy literal de los óptimos bioclimáticos recordando de alguna forma a las imágenes propuestas por Hilberseimer, a las que se hubiese despojado de su compleja funcionalidad. Nuestro planteamiento formal pretende recoger el “espíritu” del lugar, *genius loci*, según Norberg-Schulz, su recorrido natural, su vocación en la manera de ser transitado (Figura 11).

Para ello, sobre la trama viaria vinculante, se superpone otra que gira aproximadamente 30°, optimice los parámetros de soleamiento invernal y favorezca la ventilación de los edificios aprovechando la dirección de los vientos dominantes en cada estación, ya que con una variación de $\pm 30^\circ$, una de las fachadas de los edificios siempre queda orientada al sur lo que posibilitará la captación solar.

El formalismo mecanicista de este planteamiento, se atenúa dando entrada a cierto “pintoresquismo” espacial, que se basa en la definición de los límites de las submanzanas, que servidas por el viario cartesiano, mencionado más arriba, se organizarán en torno a la trama de los espacios libres ajardinados y peatonales que se define. Con la implantación de estas submanzanas se aborda la escala

urbana desde una concepción libre en la elección de la forma que defina el paisaje, dotándole de un argumento formal y funcional, de naturaleza intrínseca a la actuación; se trata de transformar el paraje en LUGAR, definiendo los caminos para acercarse al agua y al sol poniente.

Así, producimos unos ejes verdes SE-NO, que cruzados por recorridos peatonales de orientación NE-SO, se abren hacia la orilla del río, y a los que el sistema general de espacios libres previsto en la margen de éste, unifica y remata (Figura 12).

La mayor parte del suelo previsto para las grandes dotaciones (deportivo y público y terciario privado), se ubica en parcelas paralelas al sistema general (Río), manteniendo una primera línea de menor ocupación del suelo y edificación de baja altura. El resto de la reserva del suelo dotacional se localiza en parcelas estratégicamente distribuidas en los extremos y zona central del eje peatonal NE-SO, equidistantes de las manzanas residenciales, en ellas se implantarán: el centro educativo (M-2), la guardería cuya puesta en servicio sería inmediata (M-4) y el centro social (M-8), una última parcela, por razones de conexión con el sector colindante y dudosa utilización a corto plazo (M-9), se deja en el extremo sur de la actuación.

La propuesta pretende, por tanto, dotar a la planificación de un alto grado de libertad compositiva, confiando en el buen hacer de los proyectistas que, posteriormente, hayan de definir las edificaciones; por ello tan sólo se perfilan, desde un punto de vista formal (Figura 13), de manera relativamente rígida los parámetros que inciden en el aprovechamiento urbanístico del suelo: edificabilidad, ocupación, altura máxima de la edificación y las alineaciones, que han de definir en planta el espacio urbano, respecto de estas últimas las hay de dos clases, las que definen el borde de la edificación respecto del espacio público libre y

¹² Sarigurren: Premio Europeo de Urbanismo 2008. Valdespartera: Elegida entre las 30 mejores prácticas mundiales en la “Urban Best Practique Area” por el Comité Organizador de la Expo de Shanghai 2010.



Figura 11. El enclave del PIR desde la orilla opuesta del Rio Guadiana.



Figura 12. Plano de Ordenación General con las alineaciones estructurantes.

aquellas que definen el borde exterior de los soportales, que se proyectan sobre los recorridos peatonales.

Las primeras debían de ser satisfechas, al menos en un 50% de su longitud, a fin de permitir a los proyectistas adecuar con la máxima libertad sus fachadas a las condiciones bioclimáticas más favorables.

En cuanto a los soportales, la alineación exterior de la edificación que sobre ellos se proyecta se desvincula del mismo soportal, dando entrada a la posibilidad de ser sustituidos por marquesinas, vuelos, etc., definiendo tan sólo altura y fondo mínimos.

En cuanto a los usos, se han definido los correspondientes a los equipamientos públicos y privados admitiendo, en este último, un amplio abanico de categorías de uso por menorizado (comercial, hotelero, administrativo, recreativo social, docente, sanitario, bienestar social, deportivo y servicios urbanos). Del equipamiento público, sólo se definen de forma unívoca, los usos de las parcelas de la dotación deportiva y de la destinada al obligatorio equipamiento de enseñanza, ya que sus situaciones corresponden a estrategias de ámbito general y deben de dar servicio a unidades más amplias que la del barrio que se proyecta.

Se trata básicamente de hacer un urbanismo de oportunidad que no dificulte la implantación de usos no previstos por su rigidez normativa. En cuanto al uso residencial colectivo se señalan aquellas parcelas en las que este uso puede ser simultáneo con los equipamientos privados, se tienen mínimas restricciones coherentes con los planteamientos de la ordenación, y sólo se restringen el uso hotelero, deportivo y de enseñanza.

En atención al criterio de diversidad en los usos, de modo que se favorezca la ocupación, utilización del suelo y la creación de itinerarios entre las zonas residenciales y de trabajo, se introduce una reserva de suelo terciario que apoye y dé contenido, tanto a los recorridos peatonales de borde como a los perpendiculares al río.

El equipamiento comercial se sitúa flanqueando los trazados peatonales. Por un lado, tenemos un trazado que arrancando de la rotonda de acceso, en la que se sitúa un equipamiento comercial privado, motor de esta calle comercial. Un segundo trazado que sirve de unión entre los dotacionales de las manzanas M2 y M8, recorre en dirección NE-SO las manzanas M2, M4 y M6 conectando los tres ejes verdes.

En la ordenación de las submanzanas se imponen las edificaciones de doble crujía sin patios de parcela, de forma que se puedan producir ventilaciones cruzadas en todas las unidades de vivienda.

La altura de la edificación será de un máximo de ocho plantas (altura media 4,35 plantas), pudiendo el proyectista adaptar las edificaciones a las alturas que estime más conveniente en función de la ocupación y distribución de la edificabilidad, siempre y cuando se consigan estándares de soleamiento de al menos tres horas en la fecha más desfavorable (21 de diciembre). La altura de las edificaciones no tendría que ser homogénea.

Dado el amplio grado de libertad proporcionado a los proyectistas para la definición de los edificios, será preceptiva la comprobación del conjunto de requerimientos antes expuestos mediante la utilización de maquetas virtuales o reales sometidas a simulación del soleamiento, se recomienda, por sencillez de utilización, su elaboración en formato .skp de Google (*Figura 14*).

En cuanto a las ordenanzas reguladoras, se plantea un elevado grado de libertad al diseño arquitectónico, que siempre deberá de salvaguardar tanto la eficacia bioclimática, como la intención de generar espacios urbanos reconocibles y de escala perceptible, aun cuando las ordenanzas establezcan cierta imposición de criterios formalizadores: alineaciones, materiales a utilizar, contenidos tipológicos, etc., para garantizar la coherencia de conjunto. Estas Ordenanzas se desarrollaron en dos apartados.

Por un lado, las normas para organizar la disposición de los edificios en las manzanas, para lo que sería obligado realizar un estudio de detalle previo de ordenación de volúmenes, a fin de comprobar la integración de la propuesta en el conjunto; por ejemplo, para evitar la producción de sombra sobre los predios vecinos, a este respecto hemos de señalar que el propio plan incluía una modelización en 3D, de un supuesto de ocupación con una altura para todos los edificios de ocho plantas, con lo que quedó comprobada la planificación a efectos de soleamiento.

Por otro, unas ordenanzas de requerimientos a la edificación que inciden en el establecimiento de obligaciones mínimas para fijar estrategias de acondicionamiento pasivo.

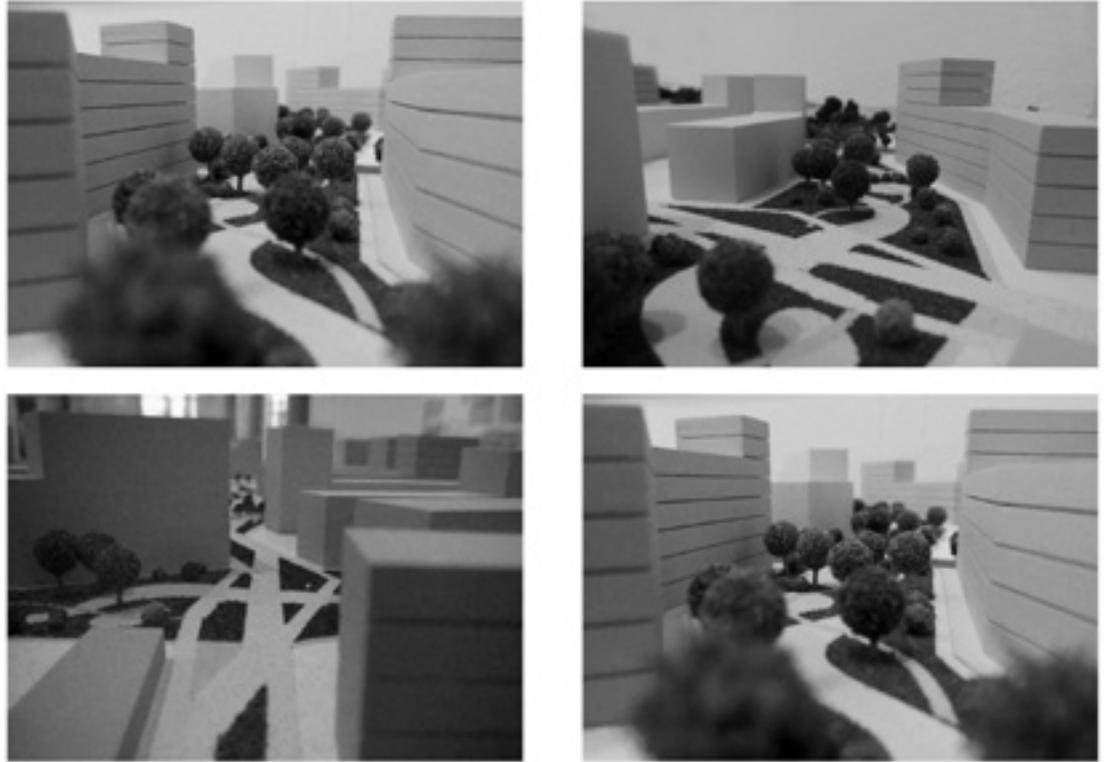


Figura 13. Estudios sobre el posible espacio urbano resultante de la ordenación, mediante maquetas físicas.

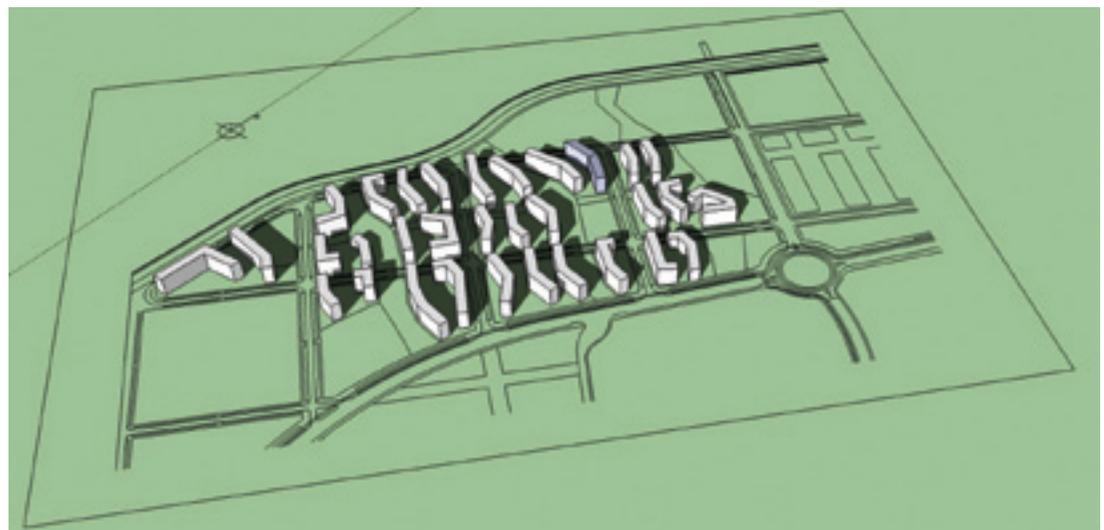


Figura 14. Estudio de soleamiento sobre maquetas virtuales Skp.

Cuadro 4. Resumen de las ordenanzas reguladoras**a) Ordenación urbanística de detalle**

1. Orientación adecuada de los edificios, con disposición dominante a fachada sur, dentro del arco solar 30° Oeste-30° Este, con origen en la orientación sur.
2. Edificación en bloques paralelos o enfrentados, distanciados como mínimo 1,7 H y con fondos que permitan a todas las viviendas tener una ventilación cruzada, permitiéndose la disposición de chimeneas de solares, para garantizar la ventilación de los locales.
3. Con base en que la altura del sol en el solsticio de invierno es de 28° y en el de verano de 75°, previa comprobación mediante el uso de maquetas virtuales, la distancia entre los edificios garantizará el asoleo de las primeras plantas, al menos 3 horas diarias en el período de mínima insolación (solsticio de invierno). Se recomienda, en el caso de disponer edificaciones con distintas alturas, colocar las más bajas en el lado sur, con el fin de evitar proyecciones de sombra, aunque la disposición puntual sobre la misma de elementos de mayor altura no ha de perjudicar el soleamiento de los edificios posteriores, siempre y cuando dichos elementos sean suficientemente esbeltos.
4. Colocación de edificios transversales de mayor altura, si fuera necesario, que actúen como pantallas frente a vientos dominantes, para cerrar testeros hacia grandes espacios abiertos.
5. Disposición de superficies vegetales entre las viviendas. Configuración del entorno de los edificios como espacios ajardinados, utilizando preferentemente plantas autóctonas, poco consumidoras de agua. Utilización de arbolado de hoja caduca en todos los espacios en que la radiación pueda ser un recurso energético aprovechable. Se considera viable la utilización de estos espacios por parte de la comunidad como espacios recreativos y de producción hortofrutícola.

b) Ordenanza para la Arquitectura (acondicionamiento pasivo)

1. Cubiertas planas para la colocación, en su caso, de paneles solares. Su superficie exterior se acabará con colores claros.
2. Tratamiento diferenciado de las fachadas según su orientación y características de uso (colores, proporción, tamaño, protección de huecos, etc.).
3. De forma orientada, en las piezas de estancia diurna que recaigan a fachadas con orientación comprendida en el arco S \pm 30° deberá disponerse una superficie de vanos no inferior a 1/ 6 de la superficie útil de la pieza.
En dormitorios que recaigan a fachadas con orientación comprendida en el arco S \pm 30° deberá disponerse una superficie de vanos no inferior a 1/ 8 de la superficie útil de la pieza.
4. Ante las fachadas longitudinales con orientación comprendida en el arco S \pm 30° deberán disponerse elementos arquitectónicos que preserven de la radiación solar directa los acristalamientos de separación del espacio interior vividero con el exterior, en forma de

aleros, voladizos, galerías o elementos equivalentes. Con ellos se garantizará el sombreado de la luz cenital a las 12:00 horas TSV (tiempo solar verdadero):

Mínimo, en los meses de julio y agosto

90% en fachadas con orientación comprendida en el arco S \pm 15°S
100% en fachadas con orientación comprendida entre el arco SE \pm 15°S, SO \pm 45°

Máximo, en los meses de diciembre y enero

10% en fachadas con orientación comprendida en el arco S \pm 15°S
15% en fachadas con orientación comprendida en el arco S \pm 15°S y S \pm 45°

Los vuelos horizontales y salientes verticales perimetrales a los huecos, utilizados como protección solar, se prolongarán lo suficiente para satisfacer las condiciones anteriores.

5. En las fachadas con orientación dominante norte, se practicará la menor superficie de huecos (1 / 10) que sea necesaria para posibilitar la iluminación y ventilación adecuadas de las piezas que recaigan a ellos. Se recomienda que los huecos practicados en estas fachadas sean de proporción predominantemente horizontal, a fin de proporcionar al interior de la vivienda la mayor iluminación con la menor superficie de vano.
6. Ante las fachadas con orientación comprendida en el arco W \pm 30° se recomienda, además, disponer de elementos de sombreado externo sobre los acristalamientos, tales como persianas, láminas móviles, toldos u otros análogos, que arrojen sombra sin ocluir la abertura, permitiendo la ventilación en verano.
En las fachadas con orientación comprendida en el arco W \pm 30° se utilizarán obligatoriamente acabados en colores claros.
7. Se recomienda la apertura de cocinas, baños y cajas de escalera hacia fachada Norte, Norte-Noroeste.
La ordenación anterior se complementa con una Ordenanza llamada bioclimática que recogía las condiciones mínimas de adaptación al medio de los edificios.

En dicha ordenanza se introducen criterios constructivos de obligado cumplimiento que complementan las prescripciones del CTE.

Valores de transmitancia W/m² °K:

		CTE	PIR	IDEA(1)
Passivhause				
Muros	0.73/0.66	0.35	0.22	0.15
Suelos	0.50/0.49	0.40	0.44	0.20
Cubiertas	0.41/0.38	0.30	0.22	0.15
Ventanas	2.90	2.68	2.3	0.9 a 1.4

Fuente: Instituto diversificación y ahorro de energía en España.

Ciertamente, esta forma de planear produce un elevado grado de incertidumbre sobre el resultado final, pero esa inseguridad es querida, es la herramienta necesaria para que se manifieste el genio creativo, la sorpresa posible. De ambos grupos de normas incluimos un resumen en el *Cuadro 4*.

La implantación física de infraestructuras

Para la definición física de un objeto arquitectónico, es decir, la urbanización, sería muy largo pormenorizar los elementos que nos llevan a considerar una urbanización como sostenible, algunos aspectos como los referentes a la movilidad urbana tienen una escala que supera los límites de una actuación aislada como la que presentamos, sin embargo, el estudio realizado en el PIR de la Granadilla nos lleva a ser taxativamente claros y a posicionarnos contra el modelo ampliamente difundido de ciudad difusa. En efecto, creemos que los límites de la movilidad no deben depender de opciones individuales, sino quedar impuestos desde el planeamiento general de la ciudad, en nuestro caso, la proximidad de la actuación al centro dotacional deportivo con carácter de sistema general, permite garantizar la conexión del barrio con la ciudad sin más que plantear un pequeño refuerzo de la red de transporte público preexistente y de hecho, su existencia, fue un factor decisivo en la elección del emplazamiento del barrio.

Otro aspecto no menos importante a considerar en la sostenibilidad de un área urbana, es la caracterización de sus procesos metabólicos, gestión de residuos y suministros, materializado en propuestas concretas de diseño de las nuevas infraestructuras, de ellas señalamos:

Red de saneamiento: se optó por el establecimiento de una red de separación, que recoge aguas negras, grises y pluviales del viario, por un lado, y aguas de esorrentía sobre zonas verdes y pluviales de edificación, por otro, estas últimas con vertido directo al río, a través de tuberías drenantes embutidas en cajones de grava.

La incorporación de las aguas grises y de las pluviales sobre viario a la red de aguas sucias obedece a un doble motivo: por un lado, la reutilización de aguas grises en España no se autorizó hasta el año 2007, lo que

implicaba dificultades técnicas y sobre todo económicas para su implementación y, por otro, tanto la incorporación de dichas aguas como las pluviales de viario se incorporan al flujo de aguas negras a fin de coadyudar a la autolimpieza de dicha red, recordemos que la pluviometría de marcado carácter estacional de la comarca en la que se ubica la actuación, implica la necesidad de efectuar baldeo de calles a fin de llenar periódicamente los cierres hidráulicos del saneamiento público, evitando la aparición de malos olores debidos al alcantarillado y de aminorar la corrosión motivada por la acción del ácido sulfídrico presente en las aguas residuales.

Red de abastecimiento: en esta red se diferencia el agua de utilización humana de aquella otra destinada al riego, esta última se obtiene por captación directa del río, según una práctica ampliamente difundida en las Vegas del Guadiana para el riego de cultivos, y sobre cuyo planteamiento abundaremos más adelante en el apartado de jardinería.

A fin de minimizar el consumo doméstico de agua potable, en las ordenanzas técnicas de edificación se incluye la obligación de instalar tanto grifos provistos de aireadores, como cisternas de doble descarga, ya que con estas sencillas medidas se produce un ahorro en el consumo de al menos un 30% sobre el total del consumo estimado.

Pavimentaciones: desde la antigüedad, pavimentar ha sido, quizá, la primera práctica definitoria del espacio urbano, en su oposición al medio natural. En nuestra propuesta la definición del viario se ha realizado en primer lugar minimizando las superficies a solar, restringiendo las áreas de rodadura al viario estructurante y de recorridos peatonales interiores, que son de tránsito restringido a los vehículos de suministro y de urgencias, éstas se constituirán con asfaltos que incorporen en su constitución, reciclado de neumáticos usados.

Los acerados y demás recorridos peatonales se realizarán con adoquines prefabricados con hormigón reciclado, eliminando el firme de hormigón vertido *in situ*, para ello será necesario alcanzar altos grados de compactación y la preparación de una sub base de hormigón de tapia, es decir, se trata de una mezcla de árido, tierras seleccionadas, polvo de ladrillo y cal hidráulica de 10 a 15 cm de espesor, en mezcla de consistencia

seca, compactada *in situ* mediante pisones o rodillos de pequeña carga, esta técnica es una extrapolación de las soluciones constructivas observadas por el autor en las pavimentaciones islámicas de la Alcazaba de Badajoz y cuya durabilidad queda de manifiesto en el hecho de ser hoy utilizables a pesar de tener una antigüedad superior a mil años.

Las áreas rodadas para bicicletas y peatonales trazadas sobre las zonas verdes se prescriben realizar con terrizos continuos *in situ*, compuestos por calcin de vidrio, áridos calibrados y reactivos básicos (patente ECO STABLE), compactados sobre bases de material granular natural.

Excepto las superficies asfaltadas, todos estos pavimentos tienen naturaleza drenante y con albedos superiores al 40%, lo que repercute en el microclima local. Todas estas disposiciones constructivas son comparables, prestacionalmente, con las técnicas habituales y competitivas desde el punto de vista económico.

Red de suministro eléctrico y de alumbrado público: en el desarrollo de la red eléctrica de suministro, se ha planteado minimizar la longitud de los recorridos en baja tensión a fin de aminorar pérdidas, esto implica una sobre inversión en la construcción de Centros de Transformación (CT), dada la complejidad del proceso de cálculo. Cabe señalar lo importante de diseñar las redes según este criterio, no obstante el incremento del CT, se debe realizar una reflexión sobre su ubicación. En efecto, creemos importante determinar la ubicación de los centros previendo la posible adecuación a requerimientos normativos más exigentes que los actuales respecto de las radiaciones electromagnéticas que producen, si bien hoy se admiten radiciones límites de 100 microteslas a 50 Hz, no es descartable que estos niveles se reduzcan hasta valores, incluso cien veces inferiores.¹³

Por tanto, en nuestro desarrollo no se permiten la ubicación de los CT en el interior de los edificios, planteando su ubicación en los espacios libres, bien integrándolos en construcciones auxiliares para el mantenimiento de la jardinería, dispuestos en parcelas propias exentas.

En cuanto al alumbrado público, se plantea la mezcla de dos tecnologías, para luminarias: instalar vapor de sodio de alta presión, sobre báculos altos en vías rodadas e iluminación led para los recorridos peatonales y de

zonas verdes, en farolas y balizas. En ambas tecnologías se realiza la instalación sectorizada y provista de temporizadores reductores de flujo centralizados, sin embargo, creemos necesario revisar los umbrales mínimos usados en España que están entre 25 y 35 lux para el viario rodado y entre un 10 y 20 para el acerado, ya que estas limitaciones cuantitativas no garantizan una optimización del consumo, sino se acompañan de un estudio sobre los niveles reales de iluminación obtenidos. En nuestro caso, el empleo de tres planos distintos para la instalación de luminarias, báculos, farolas y balizas, así como considerar los índices de reflexión de los materiales de entorno, nos permitiría ahorrar alrededor de un 20% en la potencia instalada, con la consiguiente aminoración de la contaminación lumínica del sector.

Tratamiento de los espacios libres: cuatro son los espacios libres planteados:

- El Sistema General de Espacios Libres a nivel ciudad paralelo al río (LUS).
- Los tres grandes parques perpendiculares al río que definen el proyecto (LUV).
- El recorrido peatonal interno en forma de cruz que interrelaciona las dotaciones (LPA).
- Los espacios libres privados del interior de las manzanas.

El primero (LUS), constituye la aportación del sector (2 Has), que en España se denominan Sistemas Generales, se refieren a ámbitos Dotacionales o de Servicios cuyo desarrollo y utilidad se plantea a nivel territorial o de conjunto de ciudad, su tratamiento consistirá en la recuperación de su vegetación natural, constituida por un bosque de rivera y áreas lagunares en las que se desarrollan carrizales, refugio de una potente avifauna, no se permite ninguna acción urbanizadora que facilite el acceso, ya que se trata en lo posible de preservar las condiciones naturales del ámbito.

Los segundos (LUV), con una superficie total próxima a las 3,4 Has, son las tres franjas verdes perpendiculares al río que definen la ordenación. En ellas se plantea la recuperación del ecosistema dehesa característico de Extremadura (34% del territorio regional) y que constituye su seña de identidad desde el punto de vista paisajístico (*Figuras 15a y 15b*).

¹³ Ver informe del Instituto Karolinska, institución sueca de gran prestigio internacional, donde se realiza una investigación exhaustiva sobre "Los Campos Magnéticos y el Cáncer en personas que viven cerca de las Líneas de Alta Tensión Suecas".



Figuras 15a y 15b. La dehesa extremeña en la época húmeda y en la seca.

La recuperación de la dehesa se ha conseguido con éxito en amplias áreas rurales de la región, pero nunca se ha intentado en el medio urbano, aunque si se han plantado ejemplares aislados de su vegetación característica, con éxito en jardines y parques.

La dehesa, constituida básicamente por grandes manchas forestales de la especie *quercus ilex* (encina) o *quercus suber* (alcornoque), es un sistema forestal alterado mediante clareo por el hombre, a fin de posibilitar su aprovechamiento agroganadero.

Sin embargo, la formación de un tupido sotobosque bajo, es rápida, cuando carece de explotación ganadera (hasta 60 especies de plantas/m²). En primavera la floración espontánea es explosiva y produce un impresionante jardín natural, los grandes ejemplares arbóreos producen un enriquecimiento del suelo por acumulación de materia orgánica (hojas), que en general es de naturaleza muy pobre y lo sombrea, ayudando a mantener el equilibrio hídrico de un suelo que sólo recibe una media de 463 mm/año.

El proceso de forestación se plantea según dos procedimientos ya experimentados en el medio rural; se trata, en esencia, de realizar una jardinería de transición mediante la inclusión de especies arbóreas que tengan buena simbiosis con el *quercus* (frutales, cerezos, nogales y madroños), proceso que se complementa con la siembra de trébol de raíz profunda, leguminosas nitrogenantes y aromáticas de raíz profunda como la salvia, en este medio es donde se introducen los plantones de *quercus* que han de ser protegidos dado su pequeño porte inicial, el jardín alcanzaría el desarrollo que lo caracterizaría como dehesa al cabo de 15-20 años, evidentemente este proceso requiere de un cambio de aptitud mental respecto de lo que es el ajardinamiento convencional, en cuanto a resultados inmediatos;

sin embargo, apostamos firmemente por la idea de una jardinería autóctona que es la única garantía de sostenibilidad real del paisaje.

Las áreas peatonales (LPA), tienen una superficie próxima a la hectárea y se prevén con mayor superficie pavimentada y jardinería convencional de crecimiento más rápido, aunque siempre en segundo plano se visualiza la plantación de espacios arbóreos autóctonos y de crecimiento más lento que en un futuro sustituirían a las primeras.

Por tanto, se propone un diseño de jardinería que contempla dos tiempos de desarrollo para alcanzar su plenitud. Por último, en los espacios libres de las manzanas, las comunidades que las constituyen podrán tratar sus espacios libres con la máxima libertad, que iría desde la ubicación de espacios lúdicos, como piscinas, hasta la creación de huertos familiares, restringiéndose no obstante los consumos máximos de agua de riego a un máximo de 630 mm año/m².

Gestión energética

Un diseño urbano no estaría completo sino sentase las bases de una gestión eficiente de la energía a consumir en los edificios. Para la elección de la alternativa más interesante se estudiaron tres supuestos (Figura 16):

- Red centralizada para todo el barrio.
- Red por fases de ejecución de la urbanización y edificación (cogeneración).
- Generación distribuida en cada edificio (microgeneración).

Del estudio de las tres alternativas extrajimos las siguientes conclusiones:

ALTERNATIVA	Ratio inversión / Vivienda €	Ventajas	Inconvenientes
Red centralizada para todo el barrio	3174	Centralización en un solo edificio, posibilidad de quitar los sistemas de producción a las tecnologías más eficientes según criterio del operador, posibilidad de organizar las combinaciones más eficientes de sistemas de producción según condiciones externas Energía consumida = 3 Energía cogenerada 1	Gran inversión inicial con puesta total en servicio en un plazo de 10 años. Necesidad de realizar una conexión eléctrica a red de cierta importancia. Ratio de inversión por vivienda elevado. Anillo de distribución a realizar al principio de la actuación \varnothing 12".
Red de ejecución por fases de ejecución	2483	Centralización por grupos de viviendas con el consiguiente ahorro de espacio. Energía consumida = 10,5 Energía cogenerada 1 Costes de explotación concentrados, relativamente concentrados. Anillos de distribución a realizar por fase y de menor costo \varnothing 3".	Necesidad de disponer de un cuarto de calderas por fase con requisitos técnicos muy exigentes. Solución no escalable ya que depende de la ubicación física de las viviendas en cada fase. Rigidez al variar los sistemas de producción de energía.
Generación distribuida por manzanas	2219	Pequeña potencia instalada por edificio por lo que no es necesario disponer de cuartos técnicos con requerimientos muy exigentes. Solución escalable al no ser viviendas servidas.	Energía consumida = 14 Energía cogenerada 1 Mayor número de máquinas con mayor coste de explotación. Rigidez para poder variar los sistemas de producción de energía.
<p>Los rendimientos están calculados con la fórmula: $Q / (E + V)$ Donde: Q = Consumo de energía primaria E = Energía eléctrica generada y expresada como energía térmica V = Energía térmica útil producida</p>			

Lo interesante de la red centralizada total es la posibilidad de consumir energías primarias renovables, biomasa, biogas, solar térmica, geotermia, etc., con más facilidad y flexibilidad que en el caso de instalaciones de menor tamaño. En nuestro caso, y dada la imposibilidad de financiar en el proceso urbanizador el costo de esta instalación, tuvimos que optar por el sistema más ineficiente, generación distribuida, quedando no obstante el estudio inacabado, ante la inminencia de la crisis financiera que se apoderó de la economía española a finales del 2007.

En efecto, la brutal restricción del crédito, en general, y del crédito inmobiliario, en particular, a partir de dicho año obligó a la gerencia de la Inmobiliaria Municipal a posponer inicial y posteriormente aparcar "sine die", el proyecto, a pesar de contar con un total de 9,296

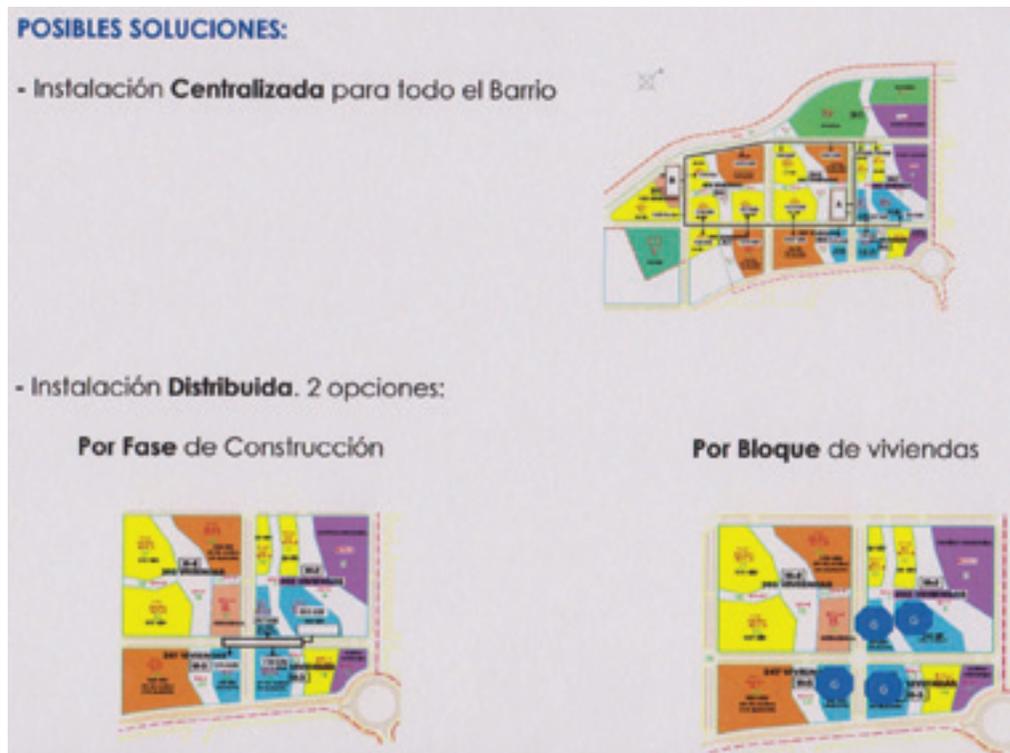
solicitudes inscritas para optar a las distintas clases de las 1,640 viviendas ofertadas y contar con una subvención a fondo perdido de 4.100.000 de euros concedida por el Ministerio de Vivienda en noviembre de 2008 (*Cuadro 5*).

Al día de hoy la evolución del mercado inmobiliario español no permite ser optimistas respecto de una futura puesta en marcha de la operación.

Conclusiones

Dividiremos las conclusiones del trabajo expuesto en dos apartados; por un lado, aquello que creemos debe cambiar en el marco regulador del diseño urbano, y por otro, aquellos caminos que han de ser explorados por

Figura 16. Esquemas base de los estudio de suministro energético.



éste, en la concreción de propuestas. Respecto del primer apartado podemos señalar:

- Necesidad de regular la información física del territorio sobre el que se desarrolle el planeamiento general de Ordenación Urbana, incluyendo la obligación de efectuar estudios climáticos, con determinación de estrategias preferentes de acondicionamiento pasivo, que serían de obligada satisfacción, en el planeamiento de desarrollo.
- Incidir en la planeación general del análisis informativo de las preexistencias urbanísticas y edificatorias del territorio en cuestión, de forma que no se pierda el conocimiento inherente a la experiencia urbana de lo preexistente.
- El marco normativo bajo el que se desarrolla el planeamiento, debe ser ampliado, de forma que quede regulada la eficiencia energética de las propuestas urbanas.

En efecto, es necesario que junto con las regulaciones de los derechos y deberes consustanciales al proceso urbanizador, la regulación de los estándares dotacionales y demás parámetros cuantitativos, que acotan el diseño urbano, se introduzcan criterios cualitativos sobre la calidad ambiental y sostenibilidad que dichos diseños produzcan.

- Establecimiento de criterios de evaluación medioambiental de las obras de urbanización en sí, de forma que se pueda establecer algo parecido a su calificación ecológica.

Cuadro 5. Estudio económico de viabilidad – PIR “la Granadilla”.

Aplicación de fondos

1. Suelo

Superficie bruta con derecho a aprovechamiento
278,857 m²
Coste aproximado 30 euros/m²
Total suelo 8,365,710 euros

2. Gastos de urbanización

Coste ejecución obra de urbanización 10,995,773 euros

3. Gastos de gestión

4% Gastos de urbanización 439,831 euros

Total gastos: 19.801.314 euros.

Origen de fondos

1. Contribución Neta Tipología Viviendas

“Programa Especial”
664 viviendas (90% de 738 viviendas) x 0 euros
= 0 euros

2. Contribución Neta Tipología Viviendas Medias

811 viviendas (90% de 902 viviendas) x 15,000 euros
= 12,165,000 euros

3. Contribución Neta Uso Terciario

27.245 m² edificables (90% de 30.273 m² edificables)
x 300 = 8.173.500 €

4. Contribución Neta Uso Comercial

9.474 m² comercial (90% de 10,527 m² edificables)
x 240 euros = 2,273,830 euros

Total Ingresos 22,612,332 euros.

Respecto del segundo aspecto de la cuestión, creemos que los mecanismos de aproximación al diseño urbano, en general, son obsoletos por ser de carácter casi exclusivamente formal, prescindiendo frecuentemente de consideraciones medioambientales y de obtención de la máxima eficiencia energética de los diseños urbanos.

La planeación, en general, no define la arquitectura que lo materializa, y cuando así lo pretende, en nuestra opinión, no lo consigue de forma satisfactoria, por imposibilidad de controlar las futuras propuestas programáticas e incapacidad de previsión de sus modos de gestión, es imposible controlar desde la planeación la riqueza que el desarrollo arquitectónico puede aportar

en la definición de cualquier clase de edificio, por ello propugnamos un urbanismo de ordenación no formalista sino de tipo prestacional.

Lo que en nuestra opinión debe plantear el diseño urbano, son las bases para que sobre él se puedan desarrollar las arquitecturas más ecoeficientes, que sean capaces de plantear los responsables de las mismas, aun a riesgo de perder parcialmente el control sobre la forma de la ciudad resultante. El eco barrio de la Granadilla, pretende ser un campo de experimentación, de esta forma de planear, en la que creemos y esperamos tener ocasión de materializar, planteando un paradigma de lo que nos atreveríamos a llamar urbanismo energético.

Bibliografía

- AAV (1999), "Segundo catálogo español de buenas prácticas. Ciudades para vivir, habitar II", en *Boletín CF+S*, Núm. 10, Madrid, Ministerio de Fomento.
- Álvarez de Toledo, Iñigo (2006), *Recuperación ecológica y económica de una Dehesa Extremeña*, España, Instituto de Ecología.
- Clavers Farias, I. (1994), *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*, Madrid, CEOTMA.
- Comisión Europea (1998), *Ciudades europeas sostenibles. Informe del Grupo de Expertos sobre medio ambiente urbano*.
- Francalacci Da Silva, Beatriz (2010), "Evaluación del Impacto Ambiental de los Pavimentos Urbanos Exteriores", Tesina (Universidad Politécnica de Catalunya).
- Gullón Muñoz Repin, Natalia (2007), España, Secretaría de Estado de Medio Rural, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Higuera García, Esther (2009), *Buenas prácticas en arquitectura y urbanismo en Madrid*, España.
- — — — (1999), "El impacto ambiental y la planificación", en *Cuadernos del Instituto Juan de Herrera*, Núm. 46, Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Indicadores de Sostenibilidad de los Municipios Españoles y Portugueses (2012), Universitat Politècnica de Valencia.
- Jiménez Herrero, Luis M. (2012), *Observatorio de la Sostenibilidad de España*, Madrid, España.
- Lesotex (2001), Ley del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura de 14 de diciembre.
- Moliner, F. Ramón (1980), *Ropa, sudor y arquitecturas*, Madrid, Editorial Herman Blume.
- Munford, L. (1968), *Perspectivas urbanas*, Buenos Aires, Editorial Emecé.
- Naredo J.M. (2010), "El modelo inmobiliario español y sus consecuencias. Comunicación al coloquio sobre urbanismo, democracia y mercado, Paris 2010", en *Boletín CF+S*, Núm. 44, Madrid, España.
- — — — (1996), *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. Ciudades para un futuro más sostenible*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Norberg-Schulz, Christian (1980), *Genius Loci*, Milano, Electa.
- Olgay, V. (1963), *Design with Climate*, New Jersey, Princeton University Press.
- Reeditado (1999), *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, Gustavo Gili.
- Onofre Rullan y Antoni A. Artigues (2007), "Estrategias para combatir el encarecimiento de la vivienda en España", en *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona. XI, 245.
- Paez García, Armando (2009), Sostenibilidad urbana y transición energética.
- — — — (2007), *Estrategia española del medio ambiente urbano (borrador)*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España.
- Rykwert, Joseph (1963). *La idea de ciudad*, España, Salamanca, Editorial Sígueme.
- San Martín, Ignacio (2008), "Replantando el futuro de la Ciudad Americana: ¿Hacia una agenda de Habitabilidad?", en *Revista del Instituto Universitario de Valladolid*, España.
- Teran Troyano, F. (1962-1963), "La Ciudad y el Viento", en *Revista Arquitectura*, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- Thomas Schroegler, et al. (2007), *TransUrban. Charting Experiments for Cities of the future*, Harvard Graduate School of Design.
- Urbanismo y Medio Ambiente (2000), "La ciudad", en *Cuaderno IJH*, Núm. 101.
- Urbanismo y Medio Ambiente (2001), "El territorio", en *Cuaderno IJH*, Núm. 102.



ARQUITECTURA



Xristos Vassis

Experiencias de sustentabilidad en la arquitectura tradicional de las islas griegas

PALABRAS CLAVE:

arquitectura sustentable, adaptación inteligente, diálogo con el hábitat

KEYWORDS:

sustainable architecture, intelligent adaptation, dialogue with the habitat

RESUMEN

En este artículo se analiza la esencia de la arquitectura anónima popular de las islas griegas, no diseñada por arquitectos, sino a partir de las lecciones de supervivencia en un hábitat cambiante. En su conceptualización, realización y operación, la arquitectura tradicional de las islas griegas representa un nuevo acomodo de los elementos del hábitat y del paisaje, desde la escala arquitectónica hasta la escala urbana.

Se presentan prácticas de construcción y economía en el gasto energético en todo su ciclo de vida y, al mismo tiempo, su funcionamiento junto a la arquitectura colindante.

La arquitectura de las islas son lecciones y experiencias importantes al pensar el presente y futuro de las ciudades. La adaptación es el reto más importante, y la arquitectura anónima popular ofrece conceptos y experiencias que pueden servir como ejemplo y punto de partida para el futuro.

ABSTRACT

These articles is about transmitting and break down the essence of the popular anonymous architecture, which is not made by architects but by lessons of survival in a changing habitat.

In its conceptualization, implementation and operation, the architecture represents a new arrangement of the elements of the habitat and landscape, as part of this, from the architectural scale to the urban scale.

Construction practices and economics are presented in the energy consumption throughout their life cycle, and at the same time works as a whole adapted to the climate with the neighboring architecture.

The architecture of the islands can leave important lessons and experiences when thinking about the present and future of cities. Adaptation is the most important challenge, and the popular anonymous architecture provides concepts and experiences that can serve as an example and starting point for the future.

Universidad Autónoma
Metropolitana- Azcapotzalco
xristospapillon@hotmail.com

La arquitectura anónima popular de islas griegas

Es una arquitectura pensada para el humano, respetando su hábitat y dialogando abiertamente con él. Es una arquitectura que surge como resultado de una coexistencia armónica entre lo técnicamente necesario y lo naturalmente permitido, nos referimos a la arquitectura anónima popular, ejercida en el tiempo, en una época pre industrial, a través de la observación y la experiencia de su vida dentro de un hábitat cambiante.

Es la arquitectura inteligente, adaptada a condicionantes específicas del lugar, flexible pero, al mismo tiempo, con una esencia de permanencia, pensada bajo premisas arquitectónicas de calidad que nos recuerdan lo esencial de la práctica arquitectónica, el dar respuestas espaciales adecuadas tanto a actividades y formas de actuar del humano, como al lugar donde se asienta.

Se trata de quitar el protagonismo y la vanidad del ejercicio arquitectónico, muchas veces reflejado en nuestra obra, y proporcionar espacios arquitectónicos funcionales y adecuados al sitio (*Figura 1*).

La sostenibilidad en la arquitectura anónima popular

El aprovechamiento de los recursos naturales, así como del viento, agua, asoleamiento, suelo, etc., en un contexto de sobreexplotación actual, tiene que ver con el hecho de entender que el humano depende de la naturaleza en todos los niveles. Los materiales de construcción de la arquitectura popular: piedras, tierra, paja, piedra ligera, madera, mármol, etc., se recolectan del entorno directo y se usan con muy poco o nulo tratamiento. Se trata de materiales naturales amigables al humano, base de una manera de construcción no dependiente del tratamiento industrial de la materia prima y su transportación de otras regiones. Hay que mencionar que esos mismos materiales son reutilizables en su estado natural sin perder sus características de resistencia, concentración y funcionalidad.

La filosofía y el concepto de la arquitectura tradicional griega están muy ligados a la sostenibilidad. El aprovechamiento del paisaje, la orientación, los materiales de construcción regionales, la organización del espacio conforme a los cambios climáticos, así como otros factores representan las herramientas a utilizar para generar un concepto de diseño bioclimático de la

Figura 1. Poblado en el sureste de Sifnos (Xristos Vassis, 2011).



Figura 2. La iglesia de Paraportiani en Mykonos (wikimedia.org).

vivienda y, en general, del desarrollo de las construcciones que llegaron a ser pueblos (*Figura 2*).

Le Corbusier, el arquitecto más importante del siglo xx, respecto de la iglesia de Paraportiani en la capital de Mykonos, señalaba: “Todo lo que tuvo que decir la arquitectura, lo dijo aquí!”. Y este es un solo ejemplo de la arquitectura vernácula de las islas griegas.

En 1910, a la edad de 24 años Le Corbusier decidió hacer un viaje que intrigó a la gente de la época. Siguió el cauce del río Danubio y llegó hasta Constantinopla. A su regreso, decidió cambiar de ruta y regresar por Grecia, fue la primera vez que tuvo contacto con la arquitectura tradicional griega, y hasta el final de su vida, regresó una y otra vez a ese país, así expresó su admiración por la arquitectura tradicional de las islas griegas. Los pequeños cubos blancos, la limpieza de las formas, la sencillez de su diseño y el atractivo de la geometría clara, pero también, su estructura interna y su manera de construcción que representaban una verdadera materialización de sus nuevas teorías sobre la arquitectura moderna. La atracción que despertó la arquitectura griega llevó a Le Corbusier a organizar, en 1933, el 4º Congreso de la Arquitectura Moderna Internacional en Atenas.

Para Le Corbusier —y podríamos decir que para el modernismo también—, La Virgen Paraportiani en el Kastro de Mykonos representaba un “segundo Partenón”. La admiración de un pensador tan brillante y representativo del mundo de la arquitectura nos recuerda un fragmento escrito por Kavafis (2007) en su texto “A la luz del día”:

Nosotros estamos un poco más alto que los que se llaman humanos desarrollados... El desarrollo espiritual nos hizo sencillos de nuevo. Pero sencillos sin falta de conocimiento. Hicimos todo el ciclo. Y por supuesto regresamos al primer punto. Los demás quedaron a la mitad. Ni saben ni se imaginan dónde termina el camino.

Pero no es necesario hacer el “círculo perfecto del desarrollo espiritual” del que habla Kavafis para entender el valor arquitectónico que tiene esta pequeña iglesia de Mykonos. Como edificio, tiene la fuerza de tocar el alma y conmover sentimentalmente a todos, con o sin conocimiento arquitectónico.

Muchas veces en las personas se fija la imagen pintoresca de los pueblos tradicionales del mar Egeo, dejando de lado la increíble inversión de esfuerzos humanos y



recursos naturales en su construcción. Más valioso es en la actualidad, ya que la arquitectura bioclimática representa una práctica casi natural en el pensamiento de las nuevas generaciones, y las enseñanzas de la arquitectura anónima griega son todavía más importantes.

Los criterios de diseño

El paisaje y la orientación

Iniciar la construcción de una vivienda en un lugar determinado, depende de la ubicación y de criterios como la geomorfología, las condiciones climáticas y los recursos existentes, su relación con el sol, el viento y la cercanía con el agua. La protección de los vientos provenientes del norte y el aprovechamiento de mirar hacia el sur, donde hay más sol en invierno, las corrientes de aire fresco, el suelo estable y la vegetación alta, así como las fuentes de agua natural, son de entrada indicadores de una localización óptima.

En las islas la protección de los vientos del norte viene a complementarse con las temperaturas altas del verano. Por esta condicionante, se desarrollan concentraciones muy densas, con edificios que representan

masas construidas corridas, para que siga manteniéndose el sur como punto de orientación principal, pero en verano un edificio da sombra al colindante para generar microclimas más frescos (*Figura 3*).

La manera de organización de los pueblos tradicionales, o sea su estructura, sigue algunas leyes básicas de la arquitectura vernácula. La zonificación de los edificios y de las calles y callejones siguen la topografía y las pendientes naturales del lugar. Por un lado, los edificios y la traza urbana se integran de una manera natural al lugar y, por otro lado, se puede aprovechar al máximo el espacio y tener economía de movimientos y flujos internos.

La búsqueda de protección contra los vientos fríos del invierno y el calor del verano, así como la ausencia de agua potable y vegetación, condujo al desarrollo de viviendas o conjuntos de vivienda subterráneos.

La zonificación de los edificios permite la entrada del aire y de la iluminación natural en cada edificio. En particular, en lugares donde la pendiente natural es muy acentuada, los edificios se ubican en el espacio para no tapar la vista de ninguno de ellos. El conjunto del asentamiento se edifica con criterios de esparcimiento equilibrado, aprovechamiento de fuentes de agua, la mejor dotación de equipamiento a los barrios, así



Figura 3. Santorini desde arriba (www.in-santorini.com).



Figura 4. La plaza del cañón en Monemvasia (Xristos Vassiss, 2014).

como a plazas, cafetería tradicional (kafenío), mercado (ágora), escuela, iglesia, etc., los cuales se encuentran concentrados en un centro o en varios (en caso de traza urbana policéntrica), en lugares céntricos de esos asentamientos para fácil accesibilidad a ellos de todos los habitantes (*Figura 4*).

A causa de la topografía accidentada, la mayoría de las calles son escalonadas, lo que impide la movilidad motorizada. En los casos de no ser escalonada, el ancho de la calle no permite la circulación de los coches. La manera tradicional de desplazarse en las islas es a través del uso del burro, algo que ha llegado a ser un atractivo turístico (*Figura 5*).

La planta arquitectónica y la volumetría

En la micro escala de la vivienda, la organización de la planta en las islas es, en la mayoría de los casos ortogonal, y la volumetría busca las proporciones del cubo, con esquinas curvas, cúpulas hemisféricas y pequeñas ventanas. Esta arquitectura se basa en la premisa geométrica que mientras más chica sea la superficie externa, menos radiación solar será absorbida.

La célula arquitectónica en el complejo de islas de Cyclades es un “cubo mono espacial” como estamos

acostumbrados a nombrarlo, aunque se trate de un paralelepípedo. Las cotas básicas (superficie de 3 x 4 m y altura de 2,50 m) responden al tamaño de las vigas de madera disponible para sostener el techo. Ya que los troncos no superaban los 3 m se creó esta medida universal. Por otro lado, ya que los padres de familia tenían que dar una casa a cada hija, estos volúmenes llegaban a pegarse periféricamente al corazón arquitectónico existente, aumentando así la densidad de construcción de estos pueblos con el paso del tiempo (*Figura 6*).

Entonces, se trata de un juego constante de la superficie externa, el cual se lleva a cabo a través de las curvas y las pocas superficies expuestas a las condiciones climáticas. El hecho de dar curvas a las esquinas en muchos casos se hace para no verse afectados por los vientos fuertes que se generan en el mediterráneo.

En el caso de los techos planos es importante prevenir el sobrecalentamiento de la superficie, ya que está expuesta a la radiación solar. Para evitar el calentamiento, se usan algas o pajas que crean un complejo de materiales ligeros y micro espacios de aire los cuales mantienen la temperatura fresca al interior.

El techo, plano en el caso de las islas, sirve para la recolección del agua pluvial, ya que la mayoría de las



Figura 5. La ciudad antigua de Dilos (www.gtpi.gr).



Figura 6. Calle de Sifnos (Xristos Vassis, 2011).

islas tienen problemas en el suministro de agua. El agua se canaliza y se almacena en cisternas subterráneas para el riego de los cultivos, las plantas y los animales de la casa. En muchos casos dentro de las cisternas viven anguilas que sirven para matar a los microorganismos que se generan dentro de la cisterna y mantener el agua limpia. Las cisternas llegan a ser elementos tradicionales de los espacios abiertos (*Figura 7*).

Hay que mencionar que como parte de la conceptualización volumétrica a escala de vivienda y de conjunto, hay un espacio tradicional que se llama “espacio intermedio vital”. Se trata de túneles creados por arcos en el perímetro y el exterior de los edificios, son espacios semi abiertos que con su sombra generan pausas de microclimas frescos dentro de los recorridos arquitectónicos y urbanos. También permiten la circulación de las corrientes de aire generando frescura al ambiente (*Figura 8*).

Los muros

Los muros de piedra tienen un espesor de 0.60 – 0.80 m, lo que funciona como aislante (pequeños cambios de temperatura). En algunos casos el espesor puede llegar a 1.00 m (cuando el edificio llega a tener 4 o 5

niveles o para edificios de defensa). Los muros de piedra normalmente se construyen con la piedra del lugar sobrepuesta nada más, sin mezcla alguna entre piedra y piedra, pero los constructores tienen mucho cuidado en las juntas, para que el interior de la construcción no se vea afectado por los vientos y la lluvia.

Los vanos

Las ventanas pequeñas que se encuentran en el lado norte del edificio sirven para aumentar los niveles de iluminación y ventilación, así como para aislar la temperatura interior. En la parte sur, los vanos son más amplios permitiendo la penetración de la luz solar en invierno, y no dejándola pasar en verano con el uso de pequeñas techumbres, pérgolas y balcones que se extienden según la inclinación del sol cuando sea deseable (*Figuras 9 y 10*).

Los elementos constructivos de fachada

La construcción tradicional mantiene conocimientos y prácticas que la arqueología comprueba que permanecen desde la época prehistórica. Pero también, se encuentran elementos que fueron agregados en las épocas de ocupación veneciana, como los palomares,



Figura 7. Iglesia ortodoxa en Oia, Santorini (Xristos Vassiss, 2009).



Figura 8. Espacio intermedio semi abierto en Paros (grecotour.com).

que representaban un elemento de estatus social en la Europa medieval y fueron absorbidos en las prácticas arquitectónicas del complejo isleño (Figura 11).

En la fachada del edificio se ubican varios elementos, así como pergolados, mallas de hilo con vegetación (*krevatínes*), pequeños balcones (*exóstes*), pequeñas techumbres de medio metro (*stegadia*), etc. Todo lo anterior para generar texturas en las fachadas y así evitar su sobre calentamiento con la superficie que recibe la radiación solar. Con frecuencia, en la construcción de estos edificios, se aplica el uso de volúmenes arquitectónicos que sobresalen (*sajnistí*). Su función, entre otros, es llegar al máximo aprovechamiento de la radiación solar de una ventana según el comportamiento climático anual y la posición del sol. Otro espacio que sirve para el mismo objetivo, de uso muy común, es el *jayáti*, un espacio semi abierto techado el cual representa un lugar muy agradable para estar, sobre todo en los meses de verano (Figura 12).

Los materiales de construcción

En la arquitectura vernácula griega se utilizan materiales de construcción que se encuentran en el lugar donde se construye el edificio. La piedra y la madera son los



Figura 9. Transiciones entre espacios abiertos y cerrados en Antiparos (tripadvisor.com).



Figura 10. Espacio intermedio en Paros (tripadvisor.com).

materiales principales y pueden tener variaciones, según las condiciones de cada lugar.

Se utiliza madera donde haya en grandes cantidades (islas que reciben lluvias) y en su mayoría se emplea para muros interiores, la base del techo, los volúmenes sobresalientes (*sajnisia*), los pisos, puertas y ventanas, escaleras, etc. Además de estos dos materiales es muy común el uso de cal y el *pajareque* como material de juntas; la tierra cocida al sol (*plinthos*), los tabiques, el metal, el mármol como acabado de pisos interiores, en muy pocos detalles (protecciones en ventanas, etc.) el yeso, el vidrio, arena, las algas (material aislante), y una mezcla de tierra y arena que se encuentra en algunas islas, el *argilójoma*.

En algunas regiones se usan piedras volcánicas, cuando existe en la zona, como la isla de Santorini. El color blanco en paredes exteriores se usa para disminuir las cantidades de calor, el cual se absorbe por las paredes exteriores. La búsqueda de materiales en el entorno inmediato, tiene como efecto positivo, por un lado, el bajo costo de construcción dada la disminución de costos de transportación de materiales y, por otro lado, la integración absoluta de los edificios en el paisaje natural.

Ventilación y asoleamiento

La ventilación de la vivienda es primordial tanto para efectos de microclimas agradables como para la salud de sus habitantes. Los *feggites* son los principales actores y sirven como escape del aire caliente que se concentra en el techo de la vivienda. La fachada norte tiene aperturas muy pequeñas o nulas, disminuyendo las pérdidas térmicas, y abren para refrescar en verano. Así en esta estación se puede lograr la ventilación cruzada dentro de la vivienda aprovechando las corrientes de aire del mar.

En general las aperturas son chicas para no tener altos niveles de radiación solar en el interior de la vivienda ya que los volúmenes blancos reflejan la luz. Los balcones y los espacios semi abiertos giran hacia el mar para aprovechar las corrientes de aire. Las chimeneas y los *feggites* también sirven para bajar la temperatura interna con movimientos verticales de las masas aéreas calientes. En los edificios enterrados o semi enterrados,



Figura 11. Construcción en Monemvasia (Xristos Vassis, 2014).



Figura 12. Casas en Fira, Santorini, (Xristos Vassis, 2014).



Figura 13. Casa en la cueva en Naxos (hellenicfoundation.com).



Figura 14. Masas construidas y salidas de aire para la adaptación climática (Xristos Vassis, 2014).



Figura 15. Salida de aire en casa habitación de Sifnos (Xristos Vassis, 2011).

las aperturas de la única fachada son pequeñas para disminuir los cambios climáticos internos durante el año (Figuras 13, 14 y 15).

La vegetación

Elemento importante en el comportamiento climático de la vivienda. Las hojas no se calientan y permiten la penetración del viento. Los árboles caducifolios se ubican en la fachada sur, generando sombra en verano protegiendo de la radiación solar en invierno. En la fachada norte los árboles perenes generan un rompe vientos natural. Las enredaderas se usan en las fachadas oriente y poniente como un aislante natural. También pueden trabajar junto con los pérgolas para la generación de sombra en espacios exteriores.

El color

Los volúmenes arquitectónicos de las islas griegas son claros, la mayoría de las veces blanco, para reflejar la radiación solar y así disminuir el sobrecalentamiento de las superficies expuestas.

Conclusiones

Escala arquitectónica: adaptación inteligente al contexto

Los criterios de diseño sustentable recorren los principios de la arquitectura tradicional de las islas griegas y pueden dividirse en ejes principales, los cuales al aplicarse pueden ofrecer buenas condiciones climáticas al interior de la vivienda. Esos ejes que buscan una



Figura 16. Santorini (Xristos Vassis, 2014).

operación ecológica de asuntos como la calefacción, el asoleamiento, la ventilación y refracción de la vivienda pueden verse en resumen a continuación.

Es pertinente que la mayoría de las aperturas del inmueble se encuentren en la parte sur del edificio. En la parte norte, si no colinda con algún otro edificio, es importante que sea protegida de los vientos fríos del invierno, por eso el uso de árboles que rompen naturalmente las corrientes de aire, y ubicar espacios que no importa tanto que sean fríos, así como bodegas y cocina.

Los materiales de construcción elegidos deben representar la opción más económica en aspectos de energía requerida, pero también de buen almacenamiento de calor para su adecuado comportamiento térmico.

Es de suma importancia el uso de materiales impermeabilizantes en las paredes exteriores y los techos planos. Una buena impermeabilización es la mejor

manera de asegurar las mínimas fugas térmicas en el invierno y el mínimo aumento de la temperatura interior en verano.

Para no tener sobrecalentamiento del edificio en verano es importante generar sombras en la fachada con el uso de pérgolas, pequeñas techumbres, o con el uso de vegetación caducifolia en la parte sur.

Es necesario, para obtener condiciones climáticas con temperaturas óptimas en el interior, un sistema de reciclamiento de aire para las noches del verano con la circulación de masas aéreas frescas cruzadas con el uso de los vanos.

También es importante el color del edificio ya que los colores claros funcionan como reflectores y los colores oscuros como colectores del calor.

Como se puede observar, la creación de una vivienda moderna ajustando su comportamiento bioclimático de



Figura 17. Andros desde arriba (adnroslocation.com).

una manera inteligente y adaptándose al medio ambiente cambiante, no requiere del uso de tecnología muy alta, pero sí requiere del uso consciente de sus habitantes.

En esta dirección, la arquitectura tradicional griega, como fruto mismo de la experiencia de los humanos en el proceso de adaptación a las condiciones climáticas y el aprovechamiento de los recursos naturales en momentos pre industriales, en los cuales la tecnología tomó el papel de herramienta sobre vivencial y no objetivo o valor económico, representa una fuente rica de ejemplos brillantes. En estos arquetipos, el humano aprovecha las oportunidades que le da el ambiente natural y organiza su vivienda como un microsistema ambiental insertado orgánicamente en el mismo ambiente. La geomorfología, las características climáticas específicas del lugar y sus materiales, que son la base de datos del diseño en la arquitectura anónima popular, generan, a fin de cuentas, cédulas de vida funcionales y económicas en su *modus operandi* para sus habitantes, los cuales nos enseñan como operar de manera sustentable el hábitat construido (Figuras 16 y 17).

Escala urbana: La relación de las islas griegas con la vida urbana moderna. Dejando aparte la escala

arquitectónica y el alma de la arquitectura popular griega, podemos analizar el concepto de la ciudad dispersa en el archipiélago griego, como noción y paradigma ante una ciudad moderna, cambiante, inteligente, buscando sus mecanismos de sobrevivencia ante cambios sociales, económicos y ambientales.

La metápolis. El concepto de metápolis se ha asignado por varios pensadores al conjunto de las islas del mar Egeo en el archipiélago griego. Cada isla o concentración poblacional, representa una centralidad interconectada en un sistema de islas regadas en el mar.

Es una ciudad que no conoce límites entre lo natural y lo artificial ya que muchas veces el paisaje se mezcla, confunde y es difícil de caracterizar. Los límites urbanos de la ciudad tradicional desaparecen y podríamos hablar de concentraciones de elementos artificiales en un paisaje, o más bien, una modificación en el orden de los elementos que conforman el hábitat, acciones de escala humana que responden a necesidades básicas, primarias, que existen desde los orígenes de la raza humana.

Se trata de una ciudad dispersa donde la arquitectura todavía tiene la posibilidad de representar un

elemento único e indiscutible. Un elemento que no necesita más que al paisaje mismo, el mismo hábitat para sobrevivir.

Una ciudad que sufre cambios poblacionales extremos (se duplica la población de las islas en los meses de verano), pero que ofrece abiertamente a la población efímera el mismo sentido de pertenencia de que gozan sus habitantes fijos, dejando de lado características sociales, económicas y raciales. Una ciudad democrática para sus habitantes.

Una ciudad que está condicionada a redes de transporte que empiezan a dar características de sistema a las distintas concentraciones poblacionales, llegando a crear una ciudad policéntrica regada en el agua que gran parte de ella representa los paisajes naturales, y la arquitectura llega a asentarse con un respeto incuestionable.

La ciudad inteligente y el reto de la sobrevivencia. El reto de la ciudad inteligente es el de cualquier organismo: la sobrevivencia. Para mantenerse viva tiene que adaptarse a los cambios constantes del hábitat donde se asienta.

La metápolis del archipiélago griego representa justo eso: un organismo vivo que se ha adaptado al hábitat hídrico durante miles de años; ha sobrevivido con los

ajustes y las mutaciones necesarias. Es un organismo que forma parte del sistema del hábitat, tanto visualmente como climáticamente. La arquitectura de las islas griegas vive gracias a la adaptación inteligente a un hábitat cambiante, desde cualquier escala temporal que se pueda apreciar: durante el año con los cambios climáticos y su diseño bioclimático hasta en un recorrido histórico poli milenario con todos los cambios socio económico y políticos que ha sufrido la región.

La ciudad dispersa del archipiélago griego nos dicta algunos puntos importantes como lecciones milenarias a la ciudad moderna:

- El respeto a la naturaleza es la esencia de la arquitectura ya que sólo así llega a formar parte del sistema natural.
- Las prácticas bioclimáticas a escala arquitectónica y urbana representan una adaptación inteligente como modo de sobrevivencia.
- Parte del futuro de las ciudades representa su pasado. Mantener la identidad, mantener las raíces y la esencia del patrimonio, pero siempre buscando las mutaciones necesarias que reconocen a la ciudad moderna como un organismo vivo, mutante, cambiante, que busca adaptarse a los sistemas naturales.

Bibliografía

- Asimakopoulou Eleni, Siouli Alexandra (2003), *El factor bioclimático en la arquitectura tradicional de Cyclades: los ejemplos de Andros, Tinos, Kea*. Conferencia magistral en la escuela de Arquitectura E.M.P.
- Costoula, S. (2001), *El papel de la arquitectura vernácula griega en el moderno diseño bioclimático en Grecia*, Segundo Coloquio del Metsovio centro de Estudios Científicos del E.M.P., Métsovo.
- Kavañis, Konstantino (2007), *A la luz del día*, Málaga, España, Editorial Miguel Gómez, edición bilingüe castellano-griego.
- Michelís, P. A. (1981), *La casa griega tradicional*, Atenas, Frontistiriakes ergasies, Edición A, ediciones E.M.P.
- Papadopoulos, Spiros (2006), *Notas en Tritón*. Película 32 min.
- Tsipiras, Kostas (2000), *Diseño bioclimático en edificios*. Atenas-Systems International, S. A.
- Tzelepis, P. (1987), *Arquitectura vernácula griega*, Atenas, Ediciones Themelio.
- Vassis, Xristos (2014), *La arquitectura moderna y su conexión con la arquitectura tradicional griega*, conferencia impartida en el Seminario de Urbanismo Internacional en la ciudad de México, abril.



Antecedentes de la sustentabilidad en México. Tres casos de estudio

Gloria María Castorena Espinosa

PALABRAS CLAVE:

habitabilidad, ecosistemas sustentables

KEYWORDS

habitability, sustainable ecosystems

RESUMEN

El artículo aborda el tema de la sustentabilidad a través de un recuento histórico, desde la gran Tenochtitlán y su respeto a los elementos del medio, originando tipologías urbanas y arquitectónicas sustentables. También se analizan los modelos arquitectónicos y urbanos utilizados como estrategias para la sustentabilidad y como dispositivos de control del medio habitable. De igual forma se mencionan métodos de intervención de la arquitectura virreinal mostrando tanto las buenas prácticas como las modificaciones que alteraron sustancialmente la ciudad, de fluvial a terrestre. Asimismo, se hace hincapié en la importancia del análisis de las condiciones del hábitat de Tenochtitlán como referencia para comprender las condiciones actuales de la ciudad de México.

ABSTRACT

The article discusses the issue of sustainability as concept product integration with the local environment, exemplified by the way in the Great Tenochtitlan respect to the elements of the urban typologies originated and sustainable architecture, for it in the document architectural and urban models used as strategies for sustainability and as control devices habitable environment are analyzed. Similarly intervention methods of colonial architecture showing both good practices and the modifications that substantially alter the city, river to land mentioned. And also it emphasizes the importance of analyzing habitat conditions of Tenochtitlan reference for understanding current conditions of Mexico City.

Universidad Autónoma Metropolitana-
Azcapotzalco
gmce@correo.azc.uam.mx

Introducción

La selección de un medio natural para el desarrollo humano se da a partir de las características visuales de su conjunto, nivel de aceptación y por su belleza. La condición climática establece la sencillez o complejidad de adecuación espacial y el aclimatación del usuario.

Por otro lado, hoy en día tiene un agregado en el costo de un hábitat humano, la diversidad ambiental de elementos bióticos y abióticos, considerados como indicadores de calidad ambiental, por ejemplo, la resistencia mecánica del suelo, la pendiente, la hidrología, la relación de tierra y cuerpo de agua, entre otros.

En la actualidad, es accesible y viable compilar la información geográfica, cartográfica, satelital y bibliográfica para realizar un análisis del sitio y seleccionar el óptimo espacio para la construcción de desarrollos para las actividades humanas, pero ¿cómo seleccionaron nuestros antepasados el lugar para emplazar, orientar, construir y habitar las ciudades? ¿Cómo aprovecharon las potencialidades del lugar para soportar el crecimiento poblacional y cubrir las necesidades de los habitantes? ¿Cuáles son los ejemplos de sustentabilidad en México?

El asentamiento de Tenochtitlán

El ejemplo más importante para nuestro país lo tuvimos en el asentamiento de la urbe de Tenochtitlán, la gran ciudad azteca o mexicana, fundada en 1325 en un conjunto de lagos y pequeños islotes. Se conoce que la selección del sitio se determinó por la profecía de los pobladores de Aztlán provenientes del norte del país, la cual indicaba que en donde encontrarán una águila devorando una serpiente, posada sobre un nopal, era el sitio en el cual se asentarían para desarrollar su hábitat.

Cuando un ecosistema está saludable se desarrollan especies animales como aves y reptiles, también especies vegetales como el nopal. Se pueden enlistar un sin número de elementos que dan mayor o menor habitabilidad, pero el primero en la lista es el agua (*Figura 1*).

El Valle de México tenía agua dulce y salobre, una variada biodiversidad y, adicionalmente, estaba protegido por montañas con más de 2,000 metros de altura.

Los lagos de Chalco, Xochimilco, Texcoco, San Cristóbal Xaltocán y Zumpango,¹ unidos entre sí, hacían de los pequeños islotes sitios seguros y protegidos para el desarrollo de la urbe.

La presencia de agua salada y agua dulce determinada por su origen y la calidad de los suelos, llevó a los primeros pobladores a encontrar soluciones a través de diques para la separación del agua.

En el año de 1325 se presentó un cambio en la distribución de agua y tierra, con la instauración de un sistema constructivo denominado “chinampa”, el cual consistía en la creación de suelo firme sobre el agua de los lagos, anclado por pilotes o postes de madera y estabilizado —pasado un tiempo— con la ayuda de las raíces de los árboles (ahuejotes o sauces), plantados para este fin. La plataforma estructurada con carrizos y varas, se consolidaba con zacate, pastos, hojas, cáscaras y tierra. El sistema resultante era la construcción de una plataforma flotante de suelo firme con sustrato orgánico cíclico, para la producción de alimentos, flores y árboles para la obtención de madera. Al mismo tiempo de ser terreno para la producción, fue utilizado para campo de composteo, con el tratamiento de desechos para la generación de suelos fértiles (*Figura 2*).

Estos jardines y parcelas flotantes fueron el sistema sustentable de alta producción de alimentos que permitieron obtener hasta siete cosechas al año.

Todos los desechos orgánicos: cáscaras, hojas, semillas, y otros, eran depositados como composteo en la chinampa lo cual generaba un suelo enriquecido para la producción. Igualmente, la chinampa operó como sistema de tratamiento del agua, al tener especies vegetales que desarrollaban en sus raíces y tubérculos organismos capaces de sanear el agua; además de ser un sistema que tenía un uso racional del agua, sólo la que las especies vegetales necesitaban.

Cuando el sistema utilizado para ganar terreno al agua era destinado para la construcción se denominaba palafito y tenía como prioridad consolidar el terreno para la edificación de la vivienda.

¹ Legorreta, Jorge, *El agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán a la Megalópolis del siglo XXI*, México, UAM-Azc., 2006.

Vivienda azteca en Tenochtitlán

El Códice Mendocino cita: “Los edificios han sido alineados a los ejes cardinales. Con una visión cosmo-gráfica cada punto cardinal tenía un significado. La tierra era cuadrada y el centro era el universo”.

En Tenochtitlán la vivienda era de tierra y madera (material de fácil incorporación al medio). Se desarrolló en un solo nivel, con techos de ligera inclinación que cubrían el claro con materiales locales transpirables como pastos, carrizo y hojas, que permitían el paso del aire a través de ellos (materiales vegetales de la región, como óptima respuesta al clima).

El partido arquitectónico se conformó por un esquema de patio, en el cual se desarrollaron las actividades al exterior como el cultivo de alimentos y la cría de animales. El Temazcalli formaba parte de la vivienda, era el baño de vapor (es el sistema de mayor ahorro de agua para el aseo personal) con funciones de higiene y para mantenerse saludable. Tanto el baño como la cocina estaban situados de forma independiente de las habitaciones (*Figura 3*).

La tipología formal, funcional y el esquema arquitectónico de la vivienda azteca responden a las características de un clima cálido húmedo, considerando la presencia de la cuenca de los lagos (humedad) y el tipo de vestimenta representada en los códices y grabados (taparrabos y túnicas). Hoy en día el clima del centro de la ciudad de México, corresponde a un bioclima semifrío,² según clasificación por bioclimas de la República Mexicana de Figueroa-Fuentes, lo cual muestra la dinámica de los elementos del clima en un periodo de seis siglos.

En resumen, la vivienda azteca responde a criterios de sustentabilidad, dejando un legado de experiencia en el acierto y el error, que podemos observar en la selección del sitio y la orientación bajo el conocimiento derivado de la observación del sol y la luna, así como la comprensión de los fenómenos atmosféricos. Los materiales eran orgánicos de fácil incorporación y degradación y una alta eficiencia energética en su ciclo de vida. La vivienda era, obligadamente, bioclimática, eficiente y los mexicanos fueron conscientes del uso de los recursos naturales en su operación, como parte del paisaje y de una cultura cosmogónica.



Figura 1. Golfo de México y Laguna de Tenochtitlán, mapa de Núremberg, 1524 (www.motecuhzoma.de/Ten%20Nuern.JPG).



Figura 2. Chinampas (ciudadanosenred.com.mx).



Figura 3. (www.culturahispana.org/mapas%20y%20planos%20tenochtitlan.htm)

² Criterios de Adecuación Bioclimática en la Arquitectura, Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 1989.



Figura 4. “Atlas y visitas de la Cuenca, valle, ciudad y centro de México a través de los siglos XIV al XXI” (www.mexicomexico.org.tenoch/TomasFilsinger.htm).



Figura 5. Chinampas en Xochimilco (Departamento del Distrito Federal, 1997, *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco, en la ciudad de México, Desarrollo Urbano, Visión 2020*, México, p. 317).

Estructura urbana de Tenochtitlán

Cuatro barrios conformaron la estructura urbana: al norte, Cuepopan, “el lugar donde se abren las flores”; al este, Teopan, “el barrio del templo”; al sur, Moyotlan, “el lugar de los mosquitos”, cercano a los pantanos; al oeste Aztacalco, “casa de las garzas”.

Los barrios estaban a su vez compuestos de un calpulli, o conjuntos de casas que eran la base de la organización social de los aztecas. Cada calpulli poseía su terreno, su templo y su escuela o telpochcalli o “casa de los jóvenes”, y elegía un jefe al que asesoraba un consejo de ancianos. Algunos de los barrios tenían actividades especializadas, pues había calpulli de artesanos, de comerciantes, de guerreros, etc.

Setenta templos fueron construidos en la gran Tenochtitlán, dedicados a los elementos naturales: al viento, la lluvia, el sol, la tierra y la fertilidad, entre otras. Las plazas fueron centros de reunión para eventos sociales, comerciales y religiosos. Orientadas y diseñadas para desarrollar la vida al exterior, aprovechando las condiciones climatológicas favorables del lugar.

Se construyeron cuatro calzadas bajo el orden universal de los puntos cardinales, para dar movilidad peatonal. Estas calzadas conducían a las puertas de acceso hacia la isla central. Un sistema fluvial eficiente y limpio comunicó a los islotes por medio de canales, los cuales estaban diseñados especialmente para la navegación, mientras que los apantles eran para el sistema de irrigación de las chinampas (*Figuras 4 y 5*).

En 1519 se consolidó la retícula urbana de la ciudad de Tenochtitlán, con la construcción de salidas fluviales y la instalación de diques de control para conservar el nivel de agua de los lagos en una cuenca cerrada.

En su momento los españoles presenciaron que el islote que soportaba el asentamiento prehispánico, mostraba una ciudad de distribución y jerarquía clara, con edificaciones de gran altura comunicados a través

de grandes avenidas de tierra y los canales de comunicación fluvial, diques para el control del agua, así como las zonas de producción de alimentos y la disponibilidad de agua dulce y agua salada (*Figuras 6 y 7*).

A comienzos del siglo xvi Tenochtitlán ocupaba una superficie aproximada de 1000 hectáreas bajo el sistema de palafitos y chinampas. Los cálculos de la población azteca, según los españoles, consideraban un mínimo de siete habitantes por vivienda. Considerando que había entre 60,000 y 120,000 viviendas, la población aproximada sería entre 420,000 y 840,000 habitantes.

¿De qué forma la población de la gran Tenochtitlán cubrió sus necesidades sin contaminar y deteriorar su medio natural?

La respuesta está en los modelos utilizados de arquitectura bioclimática y sustentabilidad urbana:

- El emplazamiento y orientación de las edificaciones, referidos a los puntos cardinales, trayectoria solar y lunar.
- La adecuación al bioclima (semicálido húmedo) a nivel arquitectónico y urbano.
- Los sistemas constructivos fueron de bajo impacto y los materiales utilizados correspondieron con la región.
- Alta producción de alimentos.
- Reforestación y manejo del paisaje urbano.
- Tratamiento de desechos sólidos y tratamiento de agua.
- Sistemas eficientes de irrigación para la producción de alimentos.
- Transporte terrestre y fluvial.

Arquitectura y urbanismo durante la época virreinal

En el siglo xvi, con la llegada de los españoles arriban las órdenes mendicantes a México con la finalidad



Figura 6. <http://www.mexicomaxico.org/Tenoch/Tenoch4.htm>



Figura 7. <http://www.mexicomaxico.org/Tenoch/Tenoch4.htm>

de evangelizar a la población. Se construyen conjuntos arquitectónicos para el desarrollo de actividades de educación, seminarios, talleres para el aprendizaje de las artes y los oficios, entre otras. Para la edificación y aplicación de estrategias de diseño, los religiosos se basaron en modelos preestablecidos por la orden (coincidencia climática favorable) y ejemplos europeos. La mano de obra local y la propia cultura prehispánica produjo modelos únicos de gran sensibilidad arquitectónica, acorde al clima y utilizando materiales regionales. El crecimiento de los conjuntos arquitectónicos fue evolucionando, en el siglo XVII se construyeron las casas de probación, seminarios de lenguas, templos, enfermerías, bibliotecas, entre otros.

Nacieron de la mano de los monasterios, haciendas productoras de alimentos y se articularon sistemas de producción y procesamiento de granos, incipientes industrias que utilizaban en su proceso la energía hidráulica, a través de altos depósitos de agua que en su

punto más bajo liberaban la fuerza de la presión para mover grandes piedras de molienda.

En estos conjuntos el emplazamiento y orientación de las edificaciones respondía a las necesidades de climatizar pasivamente los espacios con el uso de la trayectoria solar (solárium) y el agua (a través de muros húmedos) para crear condiciones de temperatura y humedad controladas. En la producción de alimentos y su procesamiento se emplearon secadores solares para la deshidratación de productos.

En estos conjuntos arquitectónicos virreinales, al igual que en los espacios prehispánicos, tomó prioridad el uso consciente y racional del agua, con el aprovechamiento del agua de lluvia, el tratamiento de las aguas servidas, la reutilización de las aguas y los sistemas de infiltración, tanto en pozos de absorción como en campos de oxidación.

El comportamiento bioclimático de los edificios tiene mucho que ver con el comportamiento que se tiene en el entorno, la vinculación que deben tener con el uso



Figura 8. Plano de la ciudad de México de Juan Gómez de Trasmonte, tomado de Lombardo, Sonia (1987), *La ciudad de México entre 1570 y 1692*, Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México, Atlas de la Ciudad de México, México, D.F., p. 56.

de los materiales locales y de esa forma operar de una manera más consiente.

Ambientalmente, lo que ocurrió a nivel urbano fue poco certero. Como consecuencia del proceso de conquista, se dio una destrucción de los diques y albardones, el sistema fluvial se secó paso a paso, ganando terreno a los lagos para desarrollar en la Nueva España una ciudad con los conceptos y cánones europeos (*Figura 8*).

Se modificaron los ejes reticulares de la ciudad prehispánica y se destruyeron los edificios ceremoniales. Las aguas servidas contaminaron la superficie restante de los lagos y las chinampas poco a poco fueron delimitadas.

La megalópolis de la ciudad de México

Los espacios que hoy vivimos son producto de la evolución poblacional, la transculturación y una combinación de esquemas de diseño eclécticos, producto de un concepto de integración con el medio natural local y un esquema de la antigua escuela europea. La transición entre una cultura del agua y una terrestre, la diferencia entre el respeto a los elementos del clima para encontrar el propio respeto como especie, fue contrario al concepto egocéntrico de los conquistadores.

El resultado es la concentración poblacional producto de la centralización de equipamiento, servicios, actividades económicas y subsidios, entre otras. La Megalópolis de la ciudad de México ocupó en el 2014 el cuarto lugar de las ciudades más pobladas del mundo, como lo informó el Gobierno del Distrito Federal (*Figuras 9 y 10*).

Las características hidrológicas del sitio continuaron su transformación. Lo que en un principio fueron islotes, posteriormente, chinampas y palafitos, se transformó en suelo de relleno sobre los cimientos de los asentamientos aztecas. Se realizaron grandes obras hidráulicas para secar los lagos y controlar, parcialmente, las inevitables inundaciones y los problemas de sanidad producto del desalojo de las aguas negras a los ríos, arroyos y a los mismos lagos. En el siglo xx fue necesaria la construcción de un sistema de drenaje profundo para poder evacuar las aguas negras de la ciudad. Como señala Jorge Legorreta en su libro *El agua y la ciudad de México*: “Tal desagüe heredó los propósitos de los españoles de vaciar la cuenca de México... hay que precisar que del volumen desalojado el 80% es agua pluvial y sólo el 20% es agua negra o residual”. Sin embargo, en ese momento no se previó la construcción de un sistema de tratamiento de agua, por lo que se contaminaron localidades periféricas a la ciudad de México y sus afluentes.



Figura 9. México, 1938 (Fotografía aérea tomada por la Compañía Mexicana Aerofoto).

Tabla 1.

Problemas actuales en la ciudad de México zona metropolitana	Propuestas hacia la sustentabilidad
Sobrepoblación	Educación, difundir los métodos de control de natalidad. Concientizar a la población de la relación cantidad-calidad de vida.
Cambio climático	Utilizar sistemas pasivos de energía (renovables), no contaminantes, de baja emisión de carbono. Sanear, regenerar, conservar y preservar áreas naturales y corredores verdes que permitan equilibrar armónicamente el medio natural y el medio construido.
Inundaciones	Separar e infiltrar agua de lluvia. Tratar y reutilizar en un ciclo cerrado el recurso agua. Revalorar la cultura del agua. Preservar áreas naturales y crear nuevas.
Escasez de agua	Captar, almacenar y utilizar agua de lluvia. Utilizar dispositivos ahorradores de agua. Reforestar las áreas exteriores, tanto en zonas rurales como urbanas.
Contaminación del aire	Reforestar áreas comunes y áreas de restricción. Colocar colectores de calentamiento de agua. Fomentar las acciones de control de contaminantes.
Desechos	Reducir, reutilizar y reciclar los desechos y separar y tratar los desechos orgánicos para regeneración y enriquecimiento de suelos.
Producción	Apoyar y fortalecer la producción de alimentos.
Falta de identidad	Educación, participación, apropiación, planeación y reconstrucción de una cultura urbana.
Tecnología	Desarrollar y utilizar la tecnología amigable con el ambiente.
Educación	Instaurar un sistema de educación ambiental. Reforzar las clases de Civismo como un principio participativo que permita la equidad y el derecho a los recursos naturales de manera responsable y compartida.



Figura 10. Ciudad de México 1954 (Fotografía aérea tomada por la Compañía Mexicana Aerofoto).



Figura 11. Sobreposición de la Gran Tenochtitlan ([www. Mexicomaxico.org](http://www.Mexicomaxico.org)) sobre fotografía de la Ciudad de México (Fotografía aérea tomada por la Compañía Mexicana Aerofoto) en el año 1968.

El agua de la cuenca hoy en día es insuficiente para abastecer a la población, al grado que ha sido necesario construir sistemas de abastecimiento para conducir el agua potable desde otras cuencas hidrológicas, generando problemas de escasez en otras regiones.

Las áreas de producción de alimentos actualmente están fuera del territorio de la ciudad y utilizan para su riego las aguas negras provenientes de la ciudad, esto último es un problema de salud adicional a la gran cantidad de energía y recursos que se emplean en trasladar los productos de alimentación a la megalópolis.

Bajo este análisis podríamos concluir que los antecedentes de sustentabilidad en México tienen su origen en la población oriunda que antecede a los españoles, caracterizada por una forma de vida respetuosa y simbiótica con el medio natural. La calidad de vida consolidó a la cultura azteca en Tenochtitlán, al grado de expandir su territorio y dominar la zona central del México antiguo (*Figura 11*).

Una segunda etapa histórica está determinada por la transculturación de la población oriunda de América y la población que arribó de Europa. La arquitectura y el urbanismo novohispano fusionaron innovadores elementos como las capillas abiertas, los atrios con las

capillas pozas, las grandes plazas con sus relevantes cruces atriales. Pero, más allá de las formas, las funciones y los estilos, los conjuntos monásticos y los conventos muestran la aplicación de los conceptos de diseño bioclimático y las estrategias para hacer de sus espacios y su función ejemplos de edificaciones y conjuntos bioclimáticos, aislados de la sustentabilidad urbana.

En el ámbito urbano, la gran Tenochtitlán se transformó de una ciudad fluvial a una ciudad de tierra, y en una de las cinco ciudades más pobladas del mundo. En seis siglos, la gran Tenochtitlán se extendió y transformó en una megalópolis. La ciudad de México y su zona Metropolitana, tiene problemas de contaminación ambiental, escasez de recursos naturales, concentración de población, problemas de movilidad urbana e inseguridad (*Figura 12*).

La Tabla 1 sintetiza los problemas que en la actualidad deterioran la calidad de vida de los habitantes de la gran urbe de México. Así mismo, en ella se enlistan las medidas de solución que deberán estructurarse en programas a corto plazo para obtener resultados en el mediano y largo plazo.

Por tanto es preciso documentar los emplazamientos prehispánicos, la arquitectura tradicional y vernácula,

así como los edificios históricos religiosos del siglo XVI, XVII y XVIII, con una perspectiva bioclimática, que permita entender los antecedentes de la sustentabilidad en México a nivel arquitectónico y urbano, con la intención de definir los conceptos y estrategias de diseño bioclimático y los ejes de la sustentabilidad urbana, aplicables a las edificaciones actuales con carácter de obligatoriedad por el bien de todos. Desarrollar tecnología ambiental propia y construir un marco normativo que permita, a partir de estímulos fiscales y beneficios ambientales, transitar hacia un hábitat sustentable.

Podemos ampliar nuestra visión del futuro arquitectónico y urbano, si conocemos, entendemos y valoramos nuestro pasado.



Figura 12. Avenida Marina Nacional, ciudad de México (Elizabeth Espinosa, 2007).

Bibliografía

- Arquitectura Vernácula en el Estado de México. Gobierno del Estado de México, Toluca, 2009.
- Brian, Edwards (2004), *Guía básica de la sostenibilidad*, España, Editorial Gustavo Gili.
- Cházaro, Sergio (1999), *Uso sustentable del agua en México*, México, Seguros Comercial América.
- Códice de los Asentamientos Humanos, (1980), *Historia de Pueblos y Ciudades*, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México.
- Higuera, Ester (2006), *Urbanismo bioclimático*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili.
- Legorreta, Jorge (2006), *El agua y la Ciudad de México. De Tenochtitlán a la Megalópolis del siglo XXI*, México, UAM.
- Moreno, Sarbelio (2002), *Templos y conventos de la época Virreinal*, México, Querétaro.
- Rojas, Pedro (1993), *Época Colonial. Arte Mexicano*, Italia, Editorial Hermes.



Vivienda sustentable en México

Aníbal Figueroa Castrejón

PALABRAS CLAVE:

**vivienda bioclimática,
normatividad**

KEYWORDS:

**bioclimatic housing,
regulations**

RESUMEN

El artículo realiza una síntesis de las condiciones normativas aplicables para el desarrollo de proyectos de vivienda bioclimática en México, toda vez que las ciudades capitales de los estados de la república, así como las grandes zonas metropolitanas de la ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, sufren de una *praxis* deficiente en el planeamiento y desarrollo de la construcción masiva de vivienda, generando ciudades "dormitorio" alejadas de los centros de trabajo y del desarrollo social.

Se plantea la urgente necesidad de hacer una revisión puntual y detallada de las normas, así como de las obligaciones y compromisos de los actores responsables del control de la ciudad, ya que actualmente no se considera el proyecto sustentable como la estrategia principal en el mejoramiento y desarrollo de espacios urbanos y arquitectónicos. Con base en los retos que afrontará la ciudad de México en los próximos diez años, es necesario el desarrollo de iniciativas e indicadores que permitan revertir las condiciones de insostenibilidad de la ciudad.

ABSTRACT

The following article provides a synthetic review of the conditions of regulations for the bioclimatic housing projects in Mexico since the capital cities of the states of the republic, as well as metropolitan areas of Mexico City, Monterrey and Guadalajara, suffer from malpractice in the planning and development of mass housing construction, generating cities "bedroom" away from the workplace and social development.

The document raises the urgent need for a timely and thorough review of the rules and the obligations and commitments of the actors responsible for control of the city as it is not currently considered sustainable project as the main strategy in improving and development of urban and architectural spaces.

Based on the challenges that will face Mexico City, in the next ten years, the implementation of initiatives and indicators to reverse unsustainable conditions of the city are necessary.

Universidad Autónoma Metropolitana-
Azcapotzalco
fca@correo.azc.uam.mx

Introducción

En general el problema de la sustentabilidad de la arquitectura y el urbanismo es un tema complejo y multifacético. Involucra a diversos grupos y actores sociales, y tiene importantes repercusiones políticas y económicas.

La primera dificultad es establecer los límites a un concepto amplio y cada vez más ambiguo como lo sostenible, o en otra acepción, lo sustentable. En la actualidad, producto de la globalización económica y cultural, las esferas sociales, económicas y ambientales se interrelacionan de tantas y tan variadas maneras, que de una forma directa o indirecta casi todas las acciones de diseño involucran, de algún modo, lo enunciado en el Reporte Brundtland titulado *Our Common Future* (Naciones Unidas, 1987).

En particular, en México, lo sustentable adquiere otras connotaciones sobre todo ante una brecha cada vez mayor entre grupos de altos ingresos económicos y amplios sectores de la población que se encuentran en condiciones de pobreza o de pobreza extrema. Así que la edificación sustentable se interpreta a veces de forma contradictoria. Mientras que para un grupo, la sostenibilidad de los diseños se fundamenta en el avance y sofisticación de la tecnología y se demuestra al aplicar normas internacionales que dan plusvalía a los inmuebles y prestigio a sus diseñadores; para otros, la sustentabilidad consiste en conservar lo existente, alterando en menor medida los sistemas tradicionales y empleando la experiencia acumulada a lo largo de siglos en el uso de espacios y materiales.

En el presente texto se exploran algunos de los conceptos más importantes asociados a estos enfoques tales como: modelos de desarrollo urbano, programas masivos de vivienda, consideraciones de transporte, normatividad ambiental mexicana y nuevas tendencias de la vivienda en México.

Descripción de la metodología empleada

En primer lugar se sintetizaron algunos de los conceptos analizados en la investigación “Reglamentación y Normatividad Bioclimática para la Vivienda en México”

desarrollada de 2009 hasta 2014, a través de la Red de Arquitectura Bioclimática, la indagación fue financiada por PROMEP-SEP y participaron grupos de investigación consolidados de varias universidades nacionales (UAM, UNISON, UCOL, UABC), asociados con universidades extranjeras (UBA, UPC, U de Campiñas y CalTech). La metodología utilizada incluye consideraciones generales, definición de temas y protocolos de investigación aplicados a casos de estudio, encuestas e información estadística. También se seleccionaron diferentes localidades de la república mexicana para su comparación e interrelación de resultados. Como productos terminales se tienen publicaciones arbitradas, manifiestos públicos, reportes de investigación, exposiciones, programas de cómputo para evaluación de elementos constructivos e incluso la construcción de prototipos de vivienda de pequeñas dimensiones en diferentes localidades.

De todos los resultados obtenidos, se elaboró una síntesis general del marco de referencia para este trabajo, que permite ubicar la situación de la vivienda sustentable en México con algunas de sus premisas básicas.

Situación actual

El urbanismo y la arquitectura están en una etapa de crecimiento acelerado en México. En particular se puede observar en el periodo comprendido entre el año 2000 y el 2012, a partir de una política nacional de construcción masiva de vivienda, que buscó satisfacer, en el corto plazo, un déficit histórico de vivienda digna y accesible para importantes sectores de la población. Esta política federal ha provocando la creación de nuevas ciudades dormitorio en prácticamente todo el país. Fenómeno más evidente en las capitales de los estados, y en las metrópolis nacionales como las Zonas Metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, Tijuana y Ciudad Juárez, entre otras.

Para ilustrar lo anterior, habrá que mencionar que el total nacional en 2010 era 30.2 millones de viviendas, solamente en el periodo comprendido del año 2000 al 2010 se construyeron 7.1 millones de viviendas (INEGI, 2012). Es decir, que en un lapso de solo diez años se edificaron el 23% de las viviendas existentes en el país.

Desafortunadamente, la mayoría de las compañías desarrolladoras de vivienda han hecho una edificación económica, de mala calidad y con muy pocas consideraciones ambientales, dando preferencia a la cantidad sobre la calidad y usando sólo el criterio de máximo número posible de viviendas al mínimo costo.

Esto conllevó a cometer graves errores en la planificación urbana y diseño arquitectónico como: saturación de vías de comunicación, incremento en el tiempo de transporte, insuficiencia de los servicios municipales, desprecio por la orientación de los lotes, mala selección de los materiales, pobre manejo del espacio comunitario, carencia de áreas verdes y falta de calidad de los espacios en general tanto interiores como exteriores.

Como resultado de estas decisiones y de fenómenos como la inseguridad, la migración y la crisis económica, la OCDE ha observado una situación poco difundida y analizada en los medios de difusión.

México se encuentra dentro de los principales países con casas deshabitadas o abandonadas, en la lista de 34 países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Así, la tasa de viviendas deshabitadas en 2015 en México asciende a 14%, nivel que supera al observado en países que han pasado por crisis de burbujas inmobiliarias como Irlanda, cuya tasa de casas deshabitadas es de 13.8%, o Estados Unidos, con un nivel de 8%, de acuerdo con el estudio *México, transformando la política urbana y el financiamiento de la vivienda*, elaborado por la OCDE (José Ángel Gurria, Periódico Crónica.com.mx, 7 enero 2015).

Esta circunstancia ha tenido un impacto muy significativo en las constructoras y desarrolladoras de vivienda, que durante doce años registraron crecimientos constantes y muy altos y, en general, fueron a la quiebra durante los primeros dos años del gobierno del presidente Peña Nieto.

Sin embargo, los efectos permanentes de esta situación urbano-arquitectónica han transformado de manera negativa la imagen de la mayoría de las ciudades mexicanas, su calidad de vida e incluso su viabilidad económica. Existen profundos fenómenos económicos y sociales relacionados con un desarrollo tan acelerado y carente de planificación, luego entonces, es inviable la sustentabilidad a mediano y largo plazo de muchos de estos desarrollos.



Figura 1. Transmilenio en Bogotá, Colombia (Sergio Padilla, 2015).

Una gran parte de las viviendas deshabitadas se encuentran en las ciudades, aunque existe una variación considerable en su ubicación en las áreas metropolitanas. Las entidades que observan un mayor porcentaje de viviendas deshabitadas, como parte del total de casas instaladas son, por lo general, ciudades de los estados del norte del país como Ciudad Juárez, Nuevo Laredo y Reynosa, cuya tasa de viviendas deshabitadas es de 20%. A su vez, Tijuana, Mexicali, Veracruz y Puerto Vallarta observan una tasa de entre 16 y 20% (José Ángel Gurria, Periódico Cronica.com.mx, 7 enero 2015).

Esto nos lleva a concluir que es urgente revisar los retos del diseñador, los compromisos del desarrollador y las obligaciones del gobierno. Los diseñadores urbanos y arquitectónicos tendrían que incluir criterios de calidad y no sólo de cantidad. Esto se traducirá en un mejor desempeño social y económico. Es decir, necesitamos lugares habitables en el más amplio sentido de la palabra que den comodidad, seguridad, salud y educación a las comunidades por medio de una planificación integral que valore la calidad de vida y no únicamente el número de créditos o la cantidad de habitantes. En lo particular, los criterios para la sustentabilidad tienen que ver con medios de transporte rápidos, cómodos eficientes y accesibles, minimizar y reciclar los desechos, un uso racional del agua, economía en los sistemas de climatización e iluminación, materiales amigables con el medio ambiente, uso de vegetación local, etc. (Figura 1).

Crecer y desarrollarse

Existe una confusión entre crecer y desarrollarse, nuestras ciudades crecen pero no se desarrollan adecuadamente. Crecen debido a que aumenta el número de habitantes, de viviendas, de autos, televisores, etc. Por otra parte, el desarrollo está asociado con indicadores de calidad de vida



Figura 2. Oxford Street, London
(wikipedia.org/wiki/Oxford_Street).



Figura 3. Congestión vial en el Distrito Federal, México (Sergio Padilla).

tales como tiempo de transporte al trabajo o a la escuela, calidad de los servicios municipales: agua, electricidad, limpieza y mantenimiento de vías de comunicación, y la seguridad de las personas y de sus bienes, entre otros; así como elementos de equipamiento suficientes, adecuados y de buena calidad como: escuelas de todos los niveles, servicio médico y de salud, espacios de recreación y deporte, infraestructura de abasto como mercados y centros comerciales, servicios públicos de gestión y gobierno, asistencia y accesibilidad para niños, madres solteras y adultos mayores, etcétera.

En México, existen muy pocas consideraciones de sustentabilidad en la planificación urbana y las construcciones. Actualmente, en nuestras ciudades y edificios casi todo se desecha: el agua, la basura, los combustibles, incluso los edificios. Funcionan como sistemas abiertos que consumen recursos y materias primas y las desechan en forma de desperdicios sólidos, líquidos y gaseosos que rompen el ciclo natural y evitan que los recursos puedan ser usados por otras comunidades. Un buen ejemplo es el caso del agua, donde extensas zonas de las ciudades padecen de una falta de abasto crónica (como la Delegación Iztapalapa en la ciudad de México), pero se inundan con aguas negras cuando se presentan tormentas intensas (Alto riesgo de inundaciones en 22 colonias de Iztapalapa, terra.com.mx, 28 jul. 2014).

En la planificación urbana del crecimiento de las ciudades mexicanas, copiamos los patrones de desarrollo de los Estados Unidos, fundamentándose en el uso del automóvil y la idea de un crecimiento urbano y energético infinito. Un ejemplo claro es el proyecto del segundo piso del periférico de la ciudad de México, que ha destinado enormes recursos públicos para

el beneficio de una minoría de ciudadanos que tienen auto propio (282 vehículos por cada 1,000 habitantes, INE, 2014). El éxito político de este proyecto, motivó su copia en muchas ciudades más pequeñas que han construido periféricos y viaductos, preparando el mercado para la compra de automóviles, en lugar de desarrollar un sistema de transporte público masivo eficiente, seguro y económico que desaliente el uso del automóvil, como lo han hecho ciudades como Londres, donde la zona centro ha quedado restringida exclusivamente para el uso de autobuses y taxis (*Figura 2*).

Este modelo de desarrollo urbano actual en México conlleva un deterioro continuo de la calidad de vida y, al mismo tiempo, un aumento exponencial de su costo energético y ambiental.

La calidad de vida disminuye porque los ciudadanos invierten cada vez más tiempo para transporte en auto propio y recursos económicos, que conlleva no sólo la inversión inicial, además de los gastos de consumo de combustible y mantenimiento, más las tasas impositivas generadas por los gravámenes a la propiedad y la renovación de placas, tenencias y verificaciones oficiales, entre otros (*Figura 3*).

Normatividad

En México existen diferentes normativas, tanto federales como estatales y locales, éstas se plasman en Normas Oficiales, Reglamentos y Normas Técnicas Complementarias. En términos generales, la mayoría de las construcciones regulares acatan las disposiciones establecidas en los Reglamentos Municipales. No

obstante, es importante notar que cerca del 20% de las construcciones continúan presentando informalidad y condiciones no satisfactorias aun en los indicadores mínimos necesarios.

En los hogares en pobreza patrimonial a partir de los diferentes componentes de los indicadores usados, se observa que 12% de los hogares tiene piso de tierra, 4.7% no tiene techos adecuados, el 4.09% no tiene muros adecuados y 20% vive en hacinamiento. En cuanto al acceso a servicios básicos, 18.04% presentan necesidad de agua, 19.1% drenaje y 2.01% necesidad de acceso a energía eléctrica (Sedesol, Fonhapo, 2010).

Para promover la sustentabilidad se han generado las normas NOM-ENER-008 y NOM-ENER-020. Sin embargo, éstas han tenido una aplicación muy limitada, dado su rechazo general a ser aplicadas, tanto por los gobiernos municipales y estatales, como por los constructores, promotores y usuarios. El fracaso en su aplicación tiene diferentes elementos, por un lado, que se trata de normas complejas, que requieren de un conocimiento básico de termodinámica y de información detallada de las características térmicas de los materiales constructivos. En México no existe un sistema que permita determinar de manera oficial estas características y comprobar la eficiencia de elementos y sistemas constructivos como ventanas, puertas, muros y techos o capacitar a todas las personas que requieran su aplicación, tanto desde los sectores de la construcción, como desde la administración pública, particularmente municipal.

Normas como la NMX-AA-164-SCFI-2013 “Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos”, han sido aprobadas, pero presentan problemas similares para su aplicación. Otro ejemplo interesante es el Programa de Certificación de Edificios Sustentables (PCES) que ha estado promoviendo el Gobierno del Distrito Federal. Este programa tiende a emplear estas normas para llevar a cabo una serie de incentivos y beneficios fiscales para quienes las apliquen, que incluye la captación de agua pluvial y calentamiento solar con una reducción de hasta el 20% en cobro del agua y la instalación de azoteas verdes con una reducción del 10% del impuesto predial. Sin embargo, nuevamente el número de proyectos que incluye el programa es mínimo, con 8 proyectos certificados hasta el 2014 (Sedema, GDF,



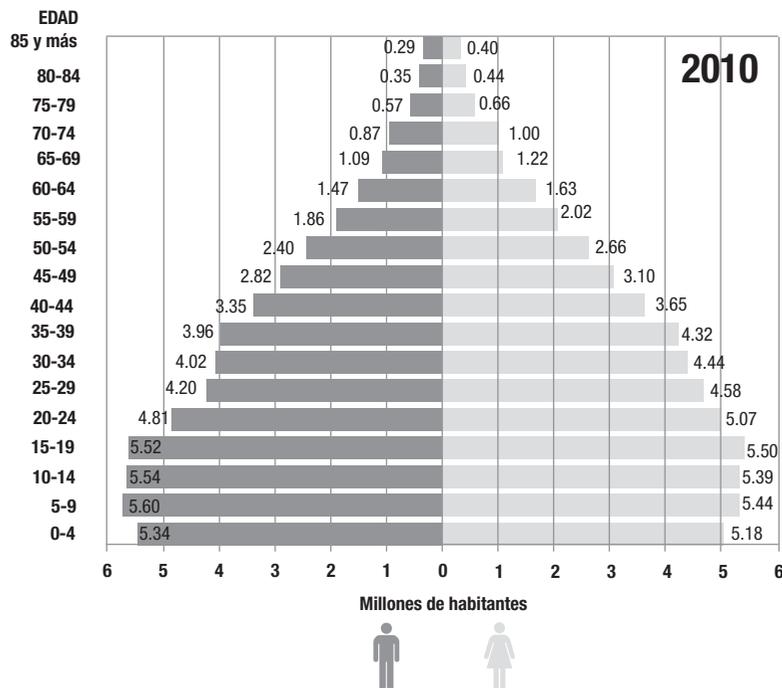
Figura 4. Edificio M-16, Certificación LEED Platino, 2013 (Proyecto: Gerardo Velázquez Flores. Arq., MSc. in Arch., LEED AP) (Victor Fuentes Freixanet, 2011).

2014), dada su complejidad burocrática y la necesidad de contar con certificadores “oficiales”.

Por otra parte, una normatividad “mundial” de la sustentabilidad ha tomado cada vez más importancia comercial y mediática a partir de certificaciones voluntarias, particularmente la Certificación LEED, controlada por la US Green Building Council. Hasta 2014 existían en México 102 proyectos certificados LEED. Aun cuando esta normatividad tiene una estructura clara e incluye muchos aspectos relevantes para la construcción de bajo impacto ambiental, los resultados demuestran que no responde adecuadamente a principios básicos de las construcciones sustentables, tales como: relación vano-muro, criterios diferenciados de orientaciones y control de asoleamiento, uso de la ventilación e iluminación natural, etc. (Figura 4).

Es importante señalar que todas las normas nacionales sólo establecen criterios generales para algunos de los parámetros de diseño relevantes como la conductividad de la envolvente. México es un país con una gran diversidad climática, luego entonces, los parámetros incluidos en las normas actuales (basadas en normatividad de otros países con otros climas y sistemas constructivos) son útiles únicamente en algunos lugares, como la región cálido seca del norte del país donde el uso del aire acondicionado y la calefacción son necesarios para obtener condiciones de comodidad adecuadas. Sin embargo, prácticamente ningún sistema de certificación toma en cuenta la ventilación ni el retardo térmico de los materiales. Estudios sobre el *comfort* adaptativo realizados por numerosos investigadores en Asia y América, demuestran que la ventilación natural tiene un papel preponderante en la percepción de comodidad

Figura 5. Pirámide población en México al año 2010 (<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>).



de los usuarios en climas cálidos y húmedos (De Dear, 2008, Gómez Aspetia y Gómez Amador, 2012).

Retos para México en los próximos 10 años

De acuerdo a todas las proyecciones, incluyendo las de la Comisión Nacional de Población, la población de México continuará con su tendencia histórica y crecerá 11.5 millones más para alcanzar en el 2025 la cifra de 132.5 millones de habitantes. Este crecimiento plantea el reto de mejorar la calidad de vida de los habitantes tanto presentes como futuros, y como se ha multicitado respecto a la sustentabilidad "...sin comprometer los recursos que necesitarán generaciones futuras".

Países como Alemania se han planteado la meta de que en el año 2050 la totalidad de sus construcciones tengan un consumo de energía Cero, es decir, que produzcan la totalidad de la energía que demandan. En México, el primer paso consistiría en reducir el consumo de energía en las edificaciones que actualmente es del 18% del total nacional. Asimismo, es fundamental garantizar el acceso al sol y la previsión en las nuevas construcciones para la instalación de sistemas de generación de energía en una red de producción distribuida basada en fotoceldas, aerogeneradores o una combinación de ambas.

Se estima que en los próximos diez años se construirán 5 millones de viviendas equivalentes al 13.4% del total nacional o de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Esta puede ser una oportunidad para

generar ciudades o barrios sustentables que puedan operar en forma autónoma en elementos vitales como la energía eléctrica y el agua.

Una iniciativa interesante en este sentido han sido los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS), promovidos por la Sociedad Hipotecaria Federal de México, que parten de la idea de que una mejor ubicación y calidad de servicios producen una vivienda más deseable, con mejores tasas de recuperación y mayor plusvalía. Para ello se ha hecho un paquete de incentivos para los desarrolladores. Las primeras propuestas se están construyendo en los estados de Quintana Roo, Morelos y Baja California.

Un indicador sustancial para la sustentabilidad, es su viabilidad económica. Para ello un reto básico es conseguir que en las viviendas se pague menos por el servicio eléctrico (sin subsidios) que por la hipoteca de la casa. Esta fórmula simple no es válida para muchos desarrollos nacionales, particularmente aquellos en condiciones adversas como los climas cálido húmedos o cálido secos donde la estrategia ha sido subsidiar el desperdicio eléctrico en vez de promover la eficiencia.

Tendencias de la vivienda en México

Otro aspecto que debemos tomar en cuenta es que no solo está aumentando la población, también se observa un cambio pronunciado en la composición por grupos de edad en México. Ya no se trata de una pirámide con

una amplia base de infantes y un número pequeño de ancianos. En los datos censales se observa con claridad que el grupo actualmente dominante es de los 30 a los 34 años tanto en hombres como en mujeres. Si tomamos como referencia otras sociedades donde este fenómeno posindustrial se presentó con antelación, podemos prever que esta tendencia se acentuará y que en un periodo de 20 años la pirámide de edad se habrá invertido (*Figura 5*).

Por otra parte, los esquemas de vivienda tradicional unifamiliar o multifamiliar no se adaptan adecuadamente a las necesidades actuales. Existe un número cada vez mayor de viviendas con un solo adulto. Los cambios sociales están transformando la forma en que los mexicanos nos relacionamos: jóvenes independientes, las parejas jóvenes ambos con empleo, cambios en la posibilidad de tener hijos y el número de los mismos, así como una tasa de divorcio que pasó del 4% en 1980 al 17% en el 2012 (INEGI, 2012). Esto, aunado a los cambios en la tecnología, propician que la vivienda del siglo XXI se puede duplicar como lugar de empleo o estudio con la modalidad de trabajo o estudio a distancia.

Otro cambio de gran importancia para el diseño urbano y arquitectónico son los adultos mayores. Mientras que la expectativa de vida en México en 1930 era de 33 y 34.7 años para hombres y mujeres, para 1970 era de 58.8 y 63 años y, actualmente, es de 72.1 y 77.5 años, respectivamente (INEGI 2014). Esto implica una cantidad cada vez mayor de ancianos que requieren espacios adecuados, incluyendo la accesibilidad para áreas públicas y privadas, así como el equipamiento de salud

y atención para enfermedades tales como Alzheimer y Parkinson cuya frecuencia se incrementa continuamente. Este reto es alto, ya que la gran mayoría de los espacios públicos y de los edificios construidos en México no son accesibles para esta población. Además, el equipamiento y los servicios para atender sus necesidades es muy limitado, generando un grave problema personal, social y económico.

Conclusión

Estos cambios implican nuevos conceptos y paradigmas para el urbanismo y la arquitectura en México. Se requiere otro tipo de construcción con espacios y usos diferentes a la vivienda masiva que se ha edificado solamente como dormitorio con pobre diseño y calidad de construcción, mal ubicada y con servicios y equipamiento deficientes. La sustentabilidad o sostenibilidad de las construcciones es una pieza clave, porque afecta o influye en la totalidad de la cadena de decisiones e implica previsiones que pueden alterar económica y socialmente a la población.

Más allá de las certificaciones o del *marketing* de lo sustentable, es importante que la sociedad mexicana asuma una postura crítica respecto a sus ciudades y construcciones, ya que las decisiones que se han tomado en los años recientes y las que se tomen en los próximos años, determinarán cambios cuyas consecuencias estaremos viviendo por un periodo de tiempo generalmente superior a nuestra expectativa de vida.

Bibliografía

- Candido, C., de Dear, R., Lamberts, R., Bittencourt, L. (2008), *Natural ventilation and thermal comfort: air movement acceptability inside naturally ventilated buildings in Brazilian hot humid zone*, 5th Windsor Conference: Air-Conditioning & The Low Carbon Cooling Challenge, London, Network for Comfort and Energy Use in Buildings.
- Censo Nacional de Población y Vivienda (2010), INEGI, México.
- Gómez-Azpeitia, G., Mallagón, A., Alcantara, A. (2008), *Hourly Thermal Neutral Temperatures of Natural-Ventilated Buildings in Colima*, México, 285, PLEA 2008, Dublin.
- Report of the World Commission on Environment and Development (1987), "Our Common Future", United Nations.
- Reglamentación y Normatividad Bioclimática para la Vivienda en México, 2009-2014 Red de Arquitectura Bioclimática, México, PROMEP-SEP.
- Schiller, G., de Dear, R. (2000), "A Standard for Natural Ventilation", en *ASHRAE Journal*, Natural Ventilation, US
- Programa Nacional de Vivienda 2014-2018. Diario Oficial de la Federación. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014. Consultado el 30 de abril de 2014.
- US Green Building Council <http://www.usgbc.org/certification>



Arquitectura en México ¿sustentable?

PALABRAS CLAVE:

arquitectura sustentable en México, desarrollos urbanos sustentables, sistemas de certificación sustentable

KEYWORDS:

sustainable architecture in Mexico, sustainable urban development, sustainable systems certification

RESUMEN

¿La arquitectura que se está haciendo en México es sustentable? ¿La política en materia de vivienda es la adecuada? ¿Se puede pensar en nuevos desarrollos urbanos diseñados con criterios sustentables? Para poder responder estas preguntas, en este artículo se analizan, de manera breve, varios de los programas y sistemas de certificación sustentable que hay en México. Ciertamente hay intentos por regular y orientar los esfuerzos en materia de vivienda, sin embargo, no han sido suficientes. Para ello es necesario romper paradigmas y ver la problemática habitacional y la sustentabilidad con un enfoque más amplio teniendo al hombre, al usuario, como punto central del diseño y de las políticas habitacionales.

ABSTRACT

Is the current Mexican architecture sustainable? Is the housing policy suitable? Is it possible to have new urban developments designed with sustainable criteria? To answer these questions, in this paper, some programs and sustainable systems of certification are briefly analyzed. Certainly there are attempts to regulate and guide efforts in housing, however they are not enough. This requires breaking paradigms and seeing the housing problem and sustainability by taking a wider approach, considering man, the user, as the focal point of design and housing policies.

Introducción

En los años 30 del siglo xx, dio comienzo la historia de la vivienda social a partir de las propuestas de la “casa obrera mínima” de Juan Legarreta y Enrique Yáñez; siendo los primeros conjuntos de viviendas para trabajadores (Rodríguez Viqueira, 1994:64). Yáñez consideraba varias premisas importantes en sus proyectos, entre ellas, la diferenciación y jerarquización de espacios por actividades, y “una adecuada orientación para recibir el asoleamiento matutino en los principales espacios y el vespertino en los secundarios”. Sin embargo, con estas propuestas funcionalistas surgieron más adelante conjuntos multifamiliares de dimensiones reducidas (De Garay, 2010: 22). Al respecto el arquitecto Ramírez Vázquez opinaba:

Eso no es dar vivienda. Ésas son soluciones muy ingeniosas para empaçar familias, porque la vivienda no es solamente refugio para guarecerse. La vivienda es la convivencia familiar [...] La vivienda debe tener un número de satisfactores para una vida normal, porque no por ser pobre se requieren menos metros cúbicos para respirar.

En efecto, esta visión de vivienda mínima para satisfacer las necesidades de una familia se ha distorsionado desde entonces dando por resultado una visión mercantilista de la arquitectura por parte de los desarrolladores de vivienda de interés social. Los conjuntos

urbanos y las viviendas que se edifican hoy en día, cada vez más pequeñas, son la mayoría de veces inhabitables, carentes de identidad y en ocasiones carentes de dignidad (Figura 1).

El problema, como lo plantaba ya desde mediados de los años 50 el arquitecto Teruo se debe a que no se toma en cuenta al usuario, al ser humano que habitará esas viviendas.

El problema de la habitación de mala calidad en la Ciudad de México... está enfocado únicamente desde el punto de vista del objeto habitable, es decir, bajo el sólo aspecto de la condición material del problema... Pero no puede haber duda también que no puede aislarse a toda habitación de su correspondiente habitante, o sea que no puede separarse al objeto material que sirve de habitación, del sujeto humano que hace uso de ese lugar habitable... (Teruo, 1956).

En la actualidad hay varios programas y sistemas de certificación que buscan la “sustentabilidad de las edificaciones”. La sustentabilidad se basa en el equilibrio de tres esferas: el medio ambiente, el medio social y el medio económico; todos ellos con el objetivo central de mejorar la calidad de vida de las personas, pero ¿realmente con estos programas y certificaciones se está logrando mejorar la calidad de vida de los habitantes?



Figura 1. Ixtapaluca. Vista aérea (Al Gore, Our Choice, App).



Figura 2. Fraccionamiento Las Torres, Ciudad Juárez, Chihuahua. Vista aérea (David Morillón G., 2011).

Programas y sistemas de certificación

Hipoteca verde (Infonavit)

La Hipoteca verde “otorga un monto adicional a crédito del Infonavit para que el derechohabiente, de acuerdo a su capacidad de compra, pueda comprar una vivienda que cuente con ecotecnologías que generen ahorros en el gasto familiar por la disminución en el consumo de energía eléctrica, agua y gas (Infonavit, 2011, Hipotecas Verdes, Código LIN_00028 v.4.).

En 2010 el Infonavit creó este programa para disminuir consumos de agua, luz y gas, y así evitar que se agoten los recursos naturales. En 2011 la Hipoteca verde, que es un monto adicional otorgado sólo a quien la solicitaba, se extendió a todos los créditos y a partir del 2011 las viviendas que se compran, construyan, amplíen o remodelen con un crédito del Instituto, deberán estar equipadas con ecotecnologías que ahorren agua, luz y gas, como llaves, focos y calentadores solares.

Los beneficios esperados por medio de la Hipoteca verde son (Infonavit, 2014, *Manual explicativo*):

- Ahorro en el gasto familiar del acreditado al disminuir el consumo de agua, energía eléctrica y gas.
- Contribuir al uso eficiente y racional de los recursos naturales y al cuidado del medio ambiente.
- Con los ahorros mensuales se cubre el pago mensual del crédito, sin afectar la economía familiar.
- Transparencia al dar flexibilidad en la selección de

las ecotecnias y mayores oportunidades de ahorro para los acreditados al elegir las que más se ajusten a sus requerimientos de ahorro en el consumo.

- Incremento del valor patrimonial de la vivienda.

La Hipoteca verde se basa en la clasificación del Instituto Nacional de Ecología (INE) que establece tres grandes climas con 10 sub climas. Los elementos que deben atender los desarrolladores o promotores son:

- Análisis del sitio: condiciones del sitio, infraestructura.
- Aspectos urbanos.
- Uso eficiente del agua potable.
- Uso eficiente de la energía eléctrica y gas.
- Salud: agua purificada, manejo adecuado de los residuos sólidos.
- Aspectos sociales.

Un ejemplo de este tipo de financiamiento de Hipoteca verde es el fraccionamiento “Las Torres” en Ciudad Juárez, Chihuahua. Todas las viviendas tienen calentamiento solar de agua, sistema de “Chimenea solar”, ventilación subterránea, almacenamiento de calor, tratamiento de agua gris y reuso, ahorro de energía en iluminación, ahorro de agua, y manual de manejo de la vivienda (*Figuras 2 y 3*).

Otro ejemplo es el fraccionamiento Misiones, Mexicali, B.C. proyecto desarrollado por la UNAM, obtuvo el premio Hábitat 2012 otorgado por la ONU (Dirección General de Comunicación Social. Boletín



Figura 3. Fraccionamiento Las Torres, Ciudad Juárez, Chihuahua (David Morillón G., 2011).

UNAM-DGCS-583). Estas viviendas cuentan con sistemas fotovoltaicos, sistemas ahorradores de agua, ahorro de energía en iluminación y diseño pasivo (*Figuras 4 y 5*).

Este proyecto de 800 viviendas consigue ahorros del 60% en agua; 50% en gas y 40% en electricidad gracias a 1kW instalado en sistema fotovoltaico.

Otro ejemplo lo tenemos en EcoCasas, en Monterrey. Ganador del premio Lighthouse Activities ONU-Convención Marco para el Cambio Climático (Banco Interamericano de Desarrollo). EcoCasa es un programa que provee productos para el ahorro de energía, ahorro de agua, paquetes verdes para las viviendas mexicanas de interés social, utilizando, en especial, calentadores solares y filtros de agua para que las casas sean energéticamente eficientes. Este proyecto de 2,000 viviendas consigue ahorros del 20% en electricidad gracias a 1kW instalado en sistema fotovoltaico (*Figura 6*).

Azoteas verdes

Programa que ha desarrollado el gobierno de la ciudad de México. En el 2007 se estableció el Plan Verde con 7 ejes temáticos:

- Suelo de conservación
- Habitabilidad y espacio público
- Agua
- Movilidad
- Aire
- Residuos sólidos
- Cambio climático y energía (Plan Verde Ciudad de México. <http://www.planverde.df.gob.mx/>)



Figura 4. Fraccionamiento Misiones, Mexicali, B.C. Vista aérea (David Morillón G., 2012).

Tabla 1. Niveles de certificación PCES

Niveles de certificación	Puntaje
Cumplimiento	21 a 50
Eficiencia	51 a 80
Excelencia	81 a 100

En 2008, el gobierno del Distrito Federal emitió la norma ambiental NADF-013-RNAT-2008 que estableció las especificaciones técnicas para la naturación de azoteas. El objetivo era recuperar o restituir áreas verdes ocupadas por la edificación. El gobierno del DF reporta en el informe de Plan Verde 2012 que existen 12,330 m² de área de azoteas verdes instaladas en edificios públicos (Secretaría del Medio Ambiente, Sedema www.sedema.df.gob.mx). La autoridad otorga el 10% de descuento en el pago del impuesto predial a las construcciones que instalan azoteas verdes (*Figura 7*).

Programa de Certificación de Edificios Sustentables del DF (PCES)

Programa desarrollado por el gobierno del Distrito Federal y Secretaría del Medio Ambiente (Sedema). Está dirigido a transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental, a través de la instauración y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos, el programa ofrece tres niveles de



Figura 5. Fraccionamiento Misiones, Mexicali, B.C. Vista aérea (David Morillón G., 2012).

Tabla 2. Criterios y puntajes para la certificación (PCES) en vivienda nueva

Criterios	puntos		puntos
Energía eléctrica	25	Ahorro de energía eléctrica	18
		Calentadores solares	7
Agua	25	Captación y/o infiltración de agua pluvial	5
		Tratamiento de aguas grises	8
		Ahorro en el consumo (eliminación de fugas)	5
		Ahorro en el consumo (uso de dispositivos ahorradores)	5
		Ahorro en el consumo (campañas de concientización)	2
Calidad de vida y responsabilidad social	25	Naturación de azoteas	8
		Diseño bioclimático	4
		Control de niveles de ruido	3
		Mantenimiento adecuado	3
		Biciestacionamientos	2
		Cultura de participación	1
		No uso de bienes de dominio público	4
Impactos ambientales	15	Estacionamiento sin perjuicio de área verde	6
		Reciclaje de predios	1.5
		Respeto de uso de suelo	1.5
		Uso de materiales locales	1
		Proveedores locales o a corta distancia	1
		Uso de productos biodegradables	1
		Materiales de acabados ambientalmente amigables	1
		Uso de materiales reciclados	1
		Reutilización de estructuras existentes	1
Residuos sólidos	10	Contar con almacenamiento temporal	3
		Contar con señalamiento adecuado	0.5
		Mobiliario para el manejo interno	1.5
		Separación de residuos	2
		Disposición final adecuada	3
	100		100



Figura 6. EcoCasa (www.elinmobiliario.com/noticias-inmobiliarias/ecocasa).



Figura 7. SEDUVI (www.seduvi.df.gob.mx/portal/index.php/que-hacemos/proyectos-de-la-secretaria/270-azotea-verde).



Figura 8. Conjunto habitacional Aldana 11. IMCY (www.imcye.com/revistacy/oct10/artportada.htm).

certificación (*Tabla 1*). Algunos beneficios de este programa son:

- Reducción en el pago de impuesto predial.
- Simplificación administrativa.
- Ahorro económico en agua y energía.
- Posibles financiamientos a tasas preferenciales.
- Posibles reducciones en primas de seguros.

Para lograr este puntaje se debe cumplir con lo establecido por la legislación y normatividad ambiental aplicable y con otras obligaciones estipuladas, como las Normas Oficiales Mexicanas. Los criterios sustentables se agrupan en cinco categorías (*Tabla 2*).

Un ejemplo del programa PCES es el conjunto habitacional de INVI ubicado en Aldana 11, en la delegación Azcapotzalco, DF (Instituto de Vivienda del Distrito Federal, www.invi.df.gob.mx/portal), 546 viviendas en 33 edificios de 6 niveles cada uno. Cada vivienda cuenta con calentadores solares de agua, celdas fotovoltaicas para el alumbrado público, sistemas de ahorro de energía eléctrica y agua, captación de agua de lluvia y tratamiento de aguas grises; pavimentos permeables en andadores que permiten la filtración del agua de lluvia y disposición adecuada de los residuos sólidos (*Figura 8*).

Programa DUIS

Los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS) (www.DUIS.gob.mx) son:

- Áreas de desarrollo integralmente planeadas que contribuyen al ordenamiento territorial de los estados y municipios y promueven un desarrollo urbano más ordenado, denso, justo y sustentable.
- Motor del desarrollo regional, donde la vivienda, infraestructura, servicios, equipamiento, comercio, educación, salud, industria, esparcimiento y otros insumos, constituyen el soporte para el desarrollo de proyectos económicos estratégicos.
- Emprendimientos mixtos en los que participan los gobiernos federales, estatales y municipales, desarrolladores y propietarios de tierra, que se integran a los centros urbanos existentes.

Beneficios:

- Incorporar a desarrolladores inmobiliarios, estados y municipios, propietarios de tierra, inversionistas e intermediarios financieros en proyectos urbanos de vivienda sustentable.
- Mayor y mejor vivienda para la población desatendida.
- Infraestructura urbana eficiente y sustentable.
- Industria, empleo, comercio y servicios.
- Estrategias integrales de movilidad y accesibilidad.
- Equipamiento social, de salud, educativo, deportivo, comercial, de esparcimiento, seguridad, cultura, etc.
- Protección al medio ambiente y un aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- Creación de nuevos polos de desarrollo en todo el país, en donde los complejos habitacionales irán acompañados de infraestructura, industria, fuentes de empleo, comercio, clínicas y centros de educación para “crear ciudad”.
- Los DUIS pueden ser de dos tipos: Proyectos Intraurbanos, que aprovechan el suelo disponible en las ciudades mediante la redensificación inteligente de las ciudades existentes. O, Proyectos Periurbanos de generación de suelo servido con infraestructura para el desarrollo de macrolotes con usos de suelo mixto, ubicados preferentemente en las inmediaciones de las ciudades existentes.

Tabla 3. Proyectos DUIS.

Proyecto	Estado	Municipio	Superficie (Ha)	Viviendas	Población
Valle de San Pedro	Baja California	Tijuana	5,859	160,000	640,000
Puerta de Anza	Sonora	Nogales	1,032	22,337	89,348
El Rehilete	Guanajuato	Villagrán	157	10,000	40,000
El Cielo	Tabasco	Centro	340	30,000	120,000
Terralta	Jalisco	Tlaquepaque	62	5,580	21,762
Centro Urbano Morelos	Morelos	Temixco	780	38,000	152,000
Lander Obregón	Sonora	Cajeme	102	5,113	20,452
Regeneración Urbana Puebla	Puebla	Puebla	910	41,654	166,616
San Marcos	Yucatán	Mérida	259	25,894	103,576
Nuevo Mayab	Quintana Roo	Benito Juárez	807	50,350	201,400
		Sumas	10,308	388,928	1,555,154

Fuente: Únicos proyectos DUIS aprobados y reconocidos por el GPEDUIS. (Grupo de Promoción y Evaluación de los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables).
Elaborado a partir de: <http://www.duis.gob.mx/desarrollos/Pages/default.aspx>

Actualmente se cuenta con 10 Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (*Tabla 3*).

Norma Mexicana de Edificación Sustentable

Esta norma especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural (Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. NMX-AA-164-SCFI-2013, Secretaría de Economía).

Es de aplicación *voluntaria* para todas las edificaciones que se ubiquen dentro del territorio nacional, públicas o privadas, destinadas en su totalidad o en uso mixto a diferentes actividades de índole habitacional, comercial, de servicios o industrial.

Para cumplir con la Norma se deben cubrir los siguientes requisitos:

- Acatar las normas y disposiciones legales y normativas; ambientales, urbanas, energéticas, de seguridad e higiene, protección civil, prevención del ruido, patrimonio histórico, artístico y cultural, accesibilidad

y de construcción, locales y federales vigentes aplicables.

- Generar información estadística con periodicidad mensual de los consumos energéticos y de agua.
- Ofrecer información y orientación para los usuarios de la edificación a fin de que puedan entender, operar y dar mantenimiento de manera eficiente a la edificación a lo largo de su operación.

Requisitos particulares

Suelo. Las edificaciones deben estar ubicadas en áreas intraurbanas en las que ya se cuente con infraestructura urbana, servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público, vialidades, transporte público, así como equipamientos que presenten formas de accesibilidad a través de la combinación de distintos modos de transporte (caminar, bicicleta, transporte público y automotor privado).

En áreas periurbanas de manera excepcional, cuando esté plenamente justificado por el estudio de impacto ambiental y urbano o cuando el uso de suelo sea incompatible con la zona intraurbana.

Energía. Para limitar la ganancia de calor a través de la envolvente, el cálculo del presupuesto energético

debe realizarse conforme a los valores y métodos de cálculo establecidos en las normas NOM-008-ENER-2001 o NOM-020-ENER-2011 y demostrar al menos un 10% respecto al edificio de referencia. Toda edificación sustentable debe satisfacer al menos un 10% de la demanda energética total del edificio con energías renovables, ya sea generada en la propia edificación o fuera de ésta. Las lámparas de uso deben cumplir límites mínimos de eficacia establecidos en las normas NOM-017-ENER/SCFI-2008, la NOM-028-ENER-2010, NOM-064-SCFI-2000 y la NOM-025-STPS-2008.

Agua. El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20%, respecto al consumo de una edificación equivalente. La edificación puede contar con una instalación para la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia y los escurrimientos pluviales que le permitan reducir al menos un 25%. Hasta un 30% de las aguas residuales se pueden enviar al alcantarillado público y deben cumplir con los límites permisibles de contaminantes. Cualquier edificación mayor a 2,500 m² debe contar con una planta de tratamiento de aguas residuales.

Materiales y residuos. La selección de los materiales debe considerar los impactos ambientales, sociales y económicos a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación:

- Obtención de materias primas.
- Manufactura.
- Transporte.
- Colocación en obra.
- Operación del edificio.
- Mantenimiento.
- Demolición.
- Disposición final de los materiales después de su vida útil.

Calidad ambiental y responsabilidad social. Biodiversidad. Elaborar un programa de manejo que incluya el levantamiento de los ejemplares de vegetación y fauna asociada con el terreno, la identificación de los que deben conservarse, los que son susceptibles de ser trasplantados y los que pueden removerse, así como las

especies en estatus de protección de acuerdo con la norma NOM-059-SEMARNAT. Conservar, así mismo, todos los árboles sanos de más de 20 cm de diámetro y las especies protegidas, además de conservar o restituir al menos el 50% de la vegetación nativa. Generar estrategias para divulgar información sobre las especies nativas en el predio y/o en el entorno.

Durante los trabajos de construcción se deben proteger los elementos naturales del entorno: flora, fauna, cuerpos de agua, etc., para que durante la obra, el acarreo y almacenaje del material, los trabajos que se realicen y los servicios sanitarios de los trabajadores, no los deteriore o contamine. El manejo del paisaje del área verde debe buscar una integración con el entorno, generar identidad y contribuir a la calidad estética del conjunto.

La elección de las plantas y árboles a colocar y su ubicación en las áreas verdes debe contemplar:

- Especies vegetales nativas y/o adaptadas a las condiciones climáticas.
- Que sean naturalmente resistentes a plagas y enfermedades.
- Que requieran de poco mantenimiento y de preferencia con bajo consumo de agua para su sustento.
- No introducir especies invasoras o exóticas.
- Que puedan crecer y sobrevivir bajo las condiciones de asoleamiento en el lugar donde se van a plantar, considerando las sombras producidas por la edificación.
- Que sean adecuadas para la calidad y tipo de suelo en que se van a sembrar.
- Suficiente espacio para su crecimiento, de acuerdo a las dimensiones de su tronco/tallo (ancho y altura), fronda y raíz.
- Que no interfieran con la iluminación, el alcantarillado, el flujo y seguridad de peatones y automóviles.
- Facilitar el mantenimiento mediante poda adecuada.

Los elementos naturales (árboles y vegetación) del área verde deben aprovecharse, como elementos que pueden ayudar a mejorar las condiciones ambientales de la edificación, a través de:

- Generar sombra para reducir los asoleamientos y permitir su paso cuando se requiera ganar calor.

- Proteger de los vientos o redirigirlos.
- Amortiguar el ruido.
- Atrapar partículas suspendidas en el aire.
- Estabilización de suelos y control de la erosión.

Calidad del ambiente interior. En el interior de la edificación deben existir parámetros de *comfort* térmico, con temperaturas entre los 18 y 25 °C favoreciendo las soluciones bioclimáticas sobre las mecánicas. El diseño de los recintos interiores debe generar condiciones acústicas que los valores promedio medidos en puntos aleatorios no excedan los niveles sonoros y tiempos de exposición adecuados. El diseño acústico de la edificación puede generar condiciones acústicas que no excedan de 65 decibeles de valor promedio y de 0.5 segundos de tiempo de reverberación.

En edificaciones que requieran climatización deben ofrecerse opciones de ventilación natural, ventilación mecánica y aire acondicionado, que permitan ser reguladas por el usuario. Se debe favorecer la iluminación natural de los espacios interiores mediante ventanas, tragaluces, pérgolas y otros elementos arquitectónicos. La calidad del aire en interiores debe de permanecer en niveles de concentración por debajo de los estándares establecidos para ambientes exteriores, así como los criterios de la Organización Mundial de la Salud.

Responsabilidad social. Las edificaciones no deben tener barreras físicas que dificulten la accesibilidad a los usuarios, con particular énfasis en las personas con discapacidad y sectores de población vulnerables.

Conclusiones

La política del gobierno federal de Felipe Calderón originó un crecimiento desbordado de conjuntos habitacionales de interés social sin una adecuada planificación regional ni urbana y con mala calidad arquitectónica. Todo ello propició una gran especulación del suelo por parte de empresas desarrolladoras de vivienda. La nueva política en materia de vivienda del actual gobierno, propone la densificación de las zonas urbanas con crecimiento vertical, no obstante, se está dando la misma especulación del suelo y se están desarrollando grandes edificios de departamentos sin ninguna planificación urbana ni consideraciones de la infraestructura y los servicios necesarios; lo cual está generando grandes conflictos dentro de la ciudad.

Ciertamente en México se están haciendo esfuerzos por normar los desarrollos urbanos y la arquitectura sustentables, tanto a nivel federal como en algunos estados y en el Distrito Federal. Para ello se están llevando a cabo distintas normas ambientales y energéticas. Sin embargo, la aplicación de esta normatividad se aplica de forma parcial, en ocasiones de manera voluntaria y desafortunadamente sin una adecuada verificación. Existen acciones aisladas, no estructuradas o integradas. La Norma Mexicana de Edificación Sustentable trata de hacerlo, pero al ser voluntaria no logra vincular todas las normas existentes.

Muchos de los desarrollos sustentables, incluyendo algunos de los ejemplos aquí presentados, se realizan bajo los mismos conceptos y premisas de los desarrollos tradicionales que han mostrado tener muchos problemas. Se piensa que la sustentabilidad se logra sólo por medio de soluciones tecnológicas, es decir, instalando colectores solares, fotoceldas, sistemas ahorradores de agua, etc., pero una tecnología puede ser apropiada para un lugar y no serlo para otro. En el mejor de los casos, la sustentabilidad se aborda desde el punto de vista del ahorro de energía; en otros desde el punto de vista ambiental al considerar uso eficiente del agua y tratamiento de desechos, lo cual desde luego está bien, pero no es suficiente, ya que se olvidan importantes aspectos sociales y culturales regionales.

Por otro lado, se buscan las certificaciones internacionales, pero en muchos casos, estos sistemas de certificación sustentable sólo pretenden un reconocimiento para obtener un beneficio de plusvalía comercial, pero no buscan la sustentabilidad real del edificio, el uso eficiente de la energía ni de los recursos y aún menos el beneficio de confort y mejor calidad de vida de sus usuarios. Además, existe una gran transculturización a partir de la globalización, que lleva a pretender patrones ajenos a la región o sitio específico del proyecto.

La sustentabilidad no es un problema aislado tecnológico o ambiental, sino básicamente un problema de DISEÑO. Es a partir de éste que pueden abordarse los problemas ambientales, sociales, culturales y la integración de tecnologías apropiadas. La sustentabilidad urbana y de las edificaciones está siendo abordada por las ingenierías, pero en muchos casos se nota una ausencia de la arquitectura y áreas del diseño.

La sustentabilidad debe abordarse a partir del DISEÑO, teniendo claro que la arquitectura sustentable no puede estar desligada del diseño bioclimático. Es

decir, que el diseño arquitectónico se proponga de manera integral, incorporando conceptos sustentables y bioclimáticos. Para ello es necesario romper patrones obsoletos y diseñar con nuevos paradigmas a partir del significado de la habitabilidad. En primera instancia lo que busca la arquitectura es crear espacios habitables que propicien el desarrollo integral de las personas como individuos y como sociedad.

Arquitectura en México ¿sustentable?

Desde luego existen casos aislados exitosos. Todos los intentos y aportaciones son valiosas ya que nos encaminan a una nueva cultura del DISEÑO sustentable. Sin embargo, no se observa una política clara y estructurada que oriente la planificación urbana sustentables y que impulse el desarrollo de la arquitectura bioclimática y sustentable. Es labor de los arquitectos y diseñadores dar nuestro mejor esfuerzo y capacidades para impulsar a la arquitectura bioclimática en beneficio de la sociedad a la cual servimos.

Bibliografía

- Rodríguez Viqueira, Manuel (1994), *Arquitecto Enrique Yáñez de la Fuente-Memorias*, México, D.F., Noriega Editores.
- De Garay, Graciela (2010), "Recordando el futuro de la Ciudad de México- Testimonios orales de sus arquitectos 1940-1990", en *Alteridades*, vol. 20 (Núm. 39), UAM-I. México, D.F.
- Arai E., Alberto Teruo (1956), "Conocerse para mejorarse", en *Espacios*, Núm. 29, México, D.F.

Referencias electrónicas

- INFONAVIT (2011), Subdirección General de Hipotecaria Social, Gerencia de Soluciones Hipotecarias. Lineamientos de Operación- Hipotecas Verdes. INFONAVIT. Código LIN_00028 V.4
- INFONAVIT (2014), *Manual explicativo*, Vivienda Ecológica Hipoteca Verde.
- Dirección General de Comunicación Social. Boletín UNAM-DGCS-583.
- Banco Interamericano de Desarrollo <http://www.iadb.org/es/temas/cambio-climatico/la-onu-reconoce-al-programa-ecocasa-en-mexico-como-un-ejemplo-en-la-lucha-global-contra-el-cambio-climatico,8016.html> Consultado el 16-03-2015.
- Plan Verde Ciudad de México. <http://www.planverde.df.gob.mx/> Consultado el 16-03-2015.
- Secretaría del Medio Ambiente. SEDEMA. <http://www.sedema.DF.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/azoteas-verdes>. Consultado el 16-03-2015.
- Secretaría del Medio Ambiente. SEDEMA. <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/tramites/auditoria-regulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>. Consultado el 16-03-2015.
- Instituto de Vivienda del Distrito Federal. INVI <http://www.invi.df.gob.mx/portal/DetallePredios.aspx?IdPredio=10034>. Consultado el 16-03-2015.
- Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables. <http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/Paginas/Inicio.aspx>. Consultado 16-03-2015.
- Norma Mexicana de Edificación Sustentable- Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. NMX-AA-164-SCFI-2013 Secretaría de Economía.



Luis Carlos Herrera Sosa

Arquitectura bioclimática y ahorro de agua en equipos de enfriamiento evaporativo directo

PALABRAS CLAVE:

estrategias bioclimáticas, enfriamiento evaporativo indirecto, cálido seco

KEYWORDS

bioclimatic strategies, indirect evaporative cooling, Hot and dry

RESUMEN

El clima extremo del estado de Chihuahua obliga durante el verano a utilizar equipos de enfriamiento evaporativo directo para alcanzar niveles de comodidad adecuados al interior de los edificios.

Son equipos que consumen de 6 a 492 lts/hr de agua durante su funcionamiento, encareciendo la dotación de agua diaria de los habitantes. Este trabajo integra dos investigaciones de campo encaminadas a disminuir el consumo de agua por la utilización de estos equipos de enfriamiento. La primera evalúa cinco estrategias bioclimáticas: aislamiento del equipo de enfriamiento evaporativo y tanque de almacenamiento (AE), protección solar en ventanas (PS), aislamiento adicional en cubierta (AC), masa térmica en muros (MT) y enfriamiento convectivo nocturno (ECN). La segunda evalúa cinco técnicas de enfriamiento pasivo: enfriamiento evaporativo indirecto con protección solar (EEI/PS), enfriamiento evaporativo indirecto con protección solar y masa térmica (EEI/PS+MT), enfriamiento evaporativo indirecto con protección solar, masa térmica y enfriamiento radiativo nocturno (EEI/PS+MT/ERN), enfriamiento evaporativo indirecto con aislamiento térmico y enfriamiento radiativo nocturno (EEI/at+ERN) y enfriamiento evaporativo indirecto con aislamiento térmico, enfriamiento radiativo nocturno y masa térmica (EEI/at+ERN/MT). Los resultados muestran que las estrategias bioclimáticas alcanzan ahorros de agua de 26.97 hasta 43.14% y de las técnicas de enfriamiento pasivo de 27.01 hasta 88.10%.

ABSTRACT

The extreme weather in Chihuahua forces during the summer to use direct evaporative cooling equipment to achieve adequate levels of comfort inside buildings. These devices consume 6-492 l / hr water during operation. The daily demand of the inhabitants which brings a crisis. This work integrates two field investigations aimed at reducing water consumption by using these cooling equipment. The first study assesses five bioclimatic strategies. The second study assesses five passive cooling techniques.

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
carlos.herrera@uaj.mx

Introducción

El alto costo de la energía, el agotamiento de los recursos naturales y el problema del cambio climático a nivel mundial, obliga a los arquitectos a concebir los edificios con criterios bioclimáticos para alcanzar niveles de *comfort* higrotérmico adecuados. Desafortunadamente esta postura no se ha logrado generalizar, ya sea por cuestiones económicas, sociales o por desconocimiento de las técnicas y estrategias aplicables. Por ello, se sigue solucionando, en la mayoría de los casos, las necesidades de *comfort* en los edificios por medios activos que utilizan energía convencional para funcionar, con el consecuente consumo de recursos naturales, emisión de CO₂ al ambiente y alto costo energético.

El clima árido seco que predomina en el estado de Chihuahua obliga a enfriar las edificaciones durante casi seis meses al año; por lo regular utilizan equipos de enfriamiento evaporativo directo (EED), debido a su bajo consumo de energía, la simplicidad de su instalación, en comparación con otros sistemas de enfriamiento y a su eficiencia de refrigeración. Este tipo de enfriamiento alcanza el mayor potencial refrigerante cuando las condiciones atmosféricas presentan altas temperaturas y una escasa presencia de humedad en el aire, pues su efectividad se supedita al uso y presencia del agua. Paradójicamente es en estos tipos de climas, donde el agua es un recurso natural limitado.

El presente texto expone los resultados de dos trabajos de investigación que tuvieron como objetivo principal reducir el consumo de agua que los EED utilizan durante su funcionamiento.

El primer trabajo de investigación evalúa el ahorro de agua que se alcanza al aplicar cinco estrategias de bioclimatización (EB) directamente en la edificación y/o en los EED. El segundo evalúa cinco técnicas de enfriamiento evaporativo indirecto pasivo (TEP), por medio de cubierta estanque que buscan utilizar menor cantidad de agua, pero conservando niveles de eficiencia similares o mejores que los alcanzados con EED.

El clima

La ciudad de Chihuahua se localiza al norte de la república mexicana a 28° 38' latitud norte, 106° 06' longitud oeste

y a 1423 msnm (*Figura 1*). Su clima se considera árido seco extremoso. La temporada de verano tiene una duración de cinco meses en promedio (mayo a septiembre).

La temperatura máxima promedio durante esa temporada es de 32.00 °C, media de 24.70 °C y mínima de 17.50 °C; con una oscilación térmica anual de 14.50 °C. La humedad relativa promedio es de 52.80%, con mínimas promedio de 16.30%. La precipitación pluvial es de 313.10 mm, con vientos dominantes del noreste con velocidad promedio de 2.6 m/s (*Tabla 1*).

Tabla 1. Parámetros climáticos del estado de Chihuahua (Herrera, L., 2004).

Parámetro climático	Promedio anual	Promedio de verano
Temperatura promedio	18.90 °C	24.70 °C
Temperatura máxima	26.90 °C	32.00 °C
Temperatura máxima extrema	41.30 °C	41.30 °C
Temperatura mínima	10.80 °C	17.50 °C
Temperatura mínima extrema	- 12.80 °C	4.50 °C
Oscilación de temperaturas	16.00 °C	14.50 °C
Humedad relativa media	52.40%	52.80%
Humedad relativa mínima	14.40%	16.30%
Humedad relativa máxima	90.40%	89.10%
Precipitación total	385.20 mm	313.1 mm
Dirección del viento	Noreste	Noreste
Velocidad del viento	3.30 m/s	2.60 m/s

Este clima extremo demanda que las edificaciones tengan criterios de diseño bioclimático, para satisfacer de manera adecuada las necesidades de *comfort* de sus habitantes. Sin embargo, esto no es así, por lo que en muchos de los casos no se satisfacen esas necesidades, incluso se agravan. Esta situación trae consigo que durante la época de calor los habitantes resuelvan sus necesidades de climatización con el uso continuo de equipos de enfriamiento artificial, por lo regular evaporativo directo (EED), por lo que el consumo de energía eléctrica y de agua se incrementa de manera significativa.

El consumo de agua

La empresa IMPCO (1999) estima que los equipos convencionales de enfriamiento evaporativo directo consumen de 6 a 452 litros por hora, dependiendo de su capacidad, que varía de 3,000 pies cúbicos por minuto (PCM) hasta de 42,000 PCM. The Partnership for Advancing Technology in Housing (PATH) publicó en un estudio realizado en el sur de los Estados Unidos, que estos equipos de enfriamiento con capacidades de uso común en la vivienda consumen de 13.2 a 39.7 litros de agua por hora de operación. Lenomex (2004) en México, establece en equipos de 6,500 a 22,500 PCM, un consumo que oscila de 25 a 32 y de 66 a 75 litros por hora de funcionamiento, respectivamente.

La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del estado de Chihuahua a través de la Comisión Estatal para el ahorro y uso eficiente de energía del gobierno del estado de Chihuahua (CEPAE, 2000), realizó un estudio en un equipo de enfriamiento evaporativo de 4,800 PCM encontrando que en condiciones normales de funcionamiento este tipo de equipos consumen en promedio 40 litros por hora. En un estudio realizado en el estado de Arizona, Estados Unidos, se encontró que el consumo promedio de equipos de esta capacidad es de 16.67 litros por hora de funcionamiento (Karpisak, 1994).

Se estima que en el país más de un millón y medio de hogares cuentan con sistemas de enfriamiento evaporativo de diferentes capacidades (IMPCO, 2008), principalmente en viviendas de estratos sociales de clase económica media y baja. En Chihuahua el 100% de las viviendas con servicio de agua potable y electricidad tienen en promedio un equipo de EED de 4500 PCM de capacidad (Herrera, L., 2012).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Comisión Nacional del Agua (Conagua) no cuentan con datos estadísticos del consumo de agua en el estado de Chihuahua producto de la utilización de EED. La Junta Central de Aguas y Saneamiento de Chihuahua (JMAS, 2008) estima para la ciudad una dotación de agua para el rubro del enfriamiento evaporativo de 4 millones 065 mil 350 metros cúbicos de agua, considerando un promedio de 4.5 habitantes por vivienda y un consumo 14.88 lts/hab/día, es decir, un consumo de 5,431.2 lts por persona al año.

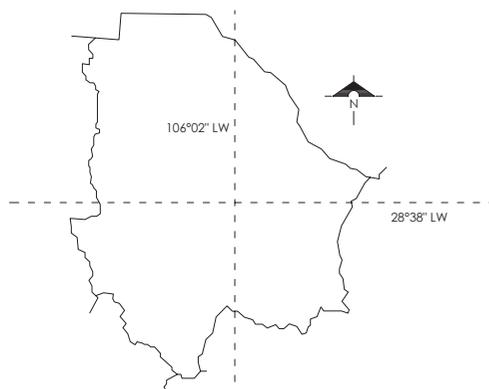


Figura 1. Localización del estado de Chihuahua (Elaboración propia).

La Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2005) estima que los EED en Chihuahua tienen un promedio de uso de 20 horas diarias por lo menos 120 días al año (verano), aunado a lo que establecen los proveedores como consumo promedio de 30 litros de agua por hora de funcionamiento de estos equipos, se calcula que en Chihuahua el total de agua que se consume por el uso de EED durante el verano es de 13 millones 895 mil 928 metros cúbicos de agua.

Se debe considerar que el problema de consumo de agua por necesidades de climatización rebasa la escala regional, pues en el país el 61.2% del territorio (Sedsol, 2008), presenta clima de árido a semi-árido, donde el uso de estos equipos de enfriamiento evaporativo es frecuente.

El problema del agua

Nuestro clima presenta poca lluvia y periodos recurrentes de sequía, el promedio anual de precipitación pluvial es de 386 mm lo que equivale a cerca de 110 mil millones de metros cúbicos (Conagua, 2001). Del total del agua que se precipita el 3.36% es captada en presas, el 8% se infiltra y el 47.9% sale de la cuenca. La recarga de los acuíferos es de 331 m³/año, mientras que la extracción es de 342 m³/año (PDU, 2004). Esta situación, asociada con periodos recurrentes de sequía, trae como consecuencia la disminución en los cuerpos superficiales y subterráneos de agua.

En el estado se tienen 15 acuíferos con sobreexplotación que corresponden principalmente a las zonas en las que se asientan las mayores ciudades y zonas de riego. El balance hidrológico por acuífero muestra que once de ellos presentan algún nivel de sobreexplotación y cinco una condición muy severa, entre los cuales se encuentra la que alimenta a la ciudad de Chihuahua, que abastece el 100% por este medio (Conagua, 2001).

Ante esta situación es recurrente que cada año durante la temporada de verano el tema de la escasez del agua en Chihuahua se torne relevante. Las autoridades

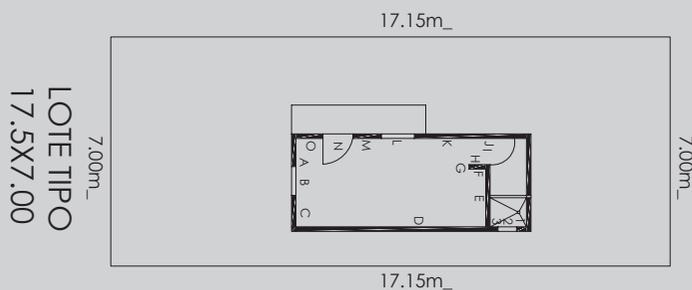


Figura 2a. Viviendas de estudio (Plano: Instituto de la Vivienda de Chihuahua).



Figura 2b. Viviendas de estudio (Luis Carlos Herrera Sosa).

imponen un programa de racionamiento de agua suministrándola sólo de 4 a 6 horas al día, por lo que el uso de tanques de reserva es imprescindible. Es cotidiano escuchar el malestar de la población, los mismos comentarios de la prensa y campañas de concientización relacionados con el problema: la escasez del agua y como disminuir su consumo. Se invita a la población a ahorrar agua, a evitar fugas, se apoya con tinacos a la población de escasos recursos, entre otras cosas, pero no se promueve o se desconoce, que se puede disminuir de manera significativa el consumo de agua si se reducen el uso de los equipos de enfriamiento evaporativo.

El alto consumo de agua originado por los equipos de enfriamiento evaporativo es una llamada urgente que deben atender las autoridades, los responsables de la manufactura de aparatos de enfriamiento evaporativo y los responsables del diseño y construcción de los edificios. Estos últimos deberán aplicar los criterios bioclimáticos en el diseño arquitectónico, ya que al mejorar las condiciones de los edificios puede esperarse un menor consumo de agua.

Si continuamos con este derroche del líquido, aunado a la sequía recurrente, el abatimiento y contaminación de las afluentes de agua potable, el crecimiento de la población y el problema del abastecimiento de agua en la ciudad, generará un conflicto ambiental y social a corto plazo.

Metodología

Estrategias bioclimáticas (EB)

Para evaluar las estrategias de bioclimatización seleccionadas se realizó una investigación de tipo experimental descriptiva. Como no se tenían antecedentes de investigación similares, la metodología aplicada consistió en monitorear durante los veranos de 2006 y 2007 (junio y julio) cinco viviendas de iguales características de orientación, dimensiones y sistema constructivo. Las

viviendas de 23.76 m² de construcción, fabricadas con muros de block de concreto hueco de 12x20x40 cms, losa de 12 cms de concreto aligerado con casetón de poliestireno, ventanas de vidrio sencillo de 4 mm y manguetería de aluminio, puerta exterior de multypanel y color exterior blanco (Figura 2a y 2b).

Para efectos de esta investigación, a una de las viviendas no se le aplicó ninguna estrategia y funcionó como vivienda testigo (C1-ST). A las viviendas restantes se les denominó de bioclimatización aplicada (por ejemplo, C2-AE+PC). La temporada de mediciones se llevó a cabo durante los meses de junio y julio de los veranos de 2006 y 2007. Cada Estrategia de Bioclimatización (EB) estudiada se monitoreó durante 120 horas consecutivas (4 días), con registros de datos a cada 15 minutos.

Para el registro de consumo de agua en cada vivienda se instaló un equipo de enfriamiento evaporativo de 3000 PCM de capacidad marca Lennomex, un medidor de agua marca Altair clase C, un termostato de control de encendido y apagado automático de los equipos marca Dial (Figura 3).

El equipo de monitoreo se compuso de *datta loggers* tipo HOBO de Onset Computer Co., modelos HO8-004, HO8-032-08 y UI2-013 provistos de sensores de temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro. Las mediciones obtenidas con este equipo pueden considerarse como de clase I de acuerdo a la norma ISO 7726, con base en la precisión y rangos de operación con que trabajan.

Al interior de los equipos de enfriamiento evaporativo se colocó un modelo HO8-004 marca Onset para medir temperatura y humedad relativa. En el exterior se colocó un HOBO H32, marca Onset para medir la temperatura y humedad relativa (Figura 4). En todas las viviendas se registró temperatura del aire interior, humedad relativa, temperatura de globo negro y consumo de agua en litros.

Antes de iniciar con el trabajo de campo se calibraron los equipos de medición, los termostatos para el control de encendido y apagado de los equipos de enfriamiento y las casas de estudio.



Figura 3. Sistema de medición del consumo de agua (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figura 4. Equipo de medición y control de encendido interior (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figura 5. Aislamiento en equipo de enfriamiento (Luis Carlos Herrera Sosa).

La estrategia de aislamiento en el equipo de enfriamiento evaporativo directo (C2-AE+PC) consistió en aplicar una placa flexible de fibra de vidrio de $\frac{1}{2}$ " de espesor, papel de aluminio con acabado color blanco. Además, se le agregó una protección solar en la cubierta con base en madera de pino de $\frac{1}{2}$ " de espesor sin pintar para disminuir la incidencia de los rayos solares. El tanque de almacenamiento de agua se aisló con las mismas especificaciones que el EED (Figura 5).

La estrategia de protección solar en ventanas (C3-PS) consistió en instalar aleros y quebrasoles eficientes de acuerdo a cada orientación, para disminuir la ganancia de radiación solar directa en ventanas. Las protecciones solares se elaboraron con una estructura de perfil metálico forradas con una placa de polisocianurato de $\frac{1}{2}$ " de espesor sin pintar (Figura 6).

La estrategia de aislamiento adicional en cubierta (C4-AC) consistió en aplicar una placa de polisocianurato de 1" de espesor en la cubierta sin pintar. Se menciona como aislamiento adicional porque el sistema constructivo de la cubierta de la vivienda ya integra aislamiento por ser una losa nervada (Figura 7).

La estrategia de masa térmica en muros (C5-MT) consistió en rellenar los huecos del bloque de concreto de los muros hasta el nivel de cerramiento (2.10 m), con tierra producto de la excavación del terreno natural (Figura 8).

La estrategia de enfriamiento convectivo nocturno (ECN) consistió en permitir la ventilación natural cruzada mediante la apertura de las ventanas durante la noche, cuando el gradiente térmico exterior es menor que el interior. La recolección de datos del consumo de agua fue mediante la lectura directa de los medidores cada hora, posteriormente, mediante el programa Excel se elaboraron resúmenes del consumo y se graficaron.

Técnicas de enfriamiento pasivo (TEP)

Para evaluar las Técnicas de Enfriamiento Pasivo (TEP) seleccionadas se realizó una investigación de tipo experimental descriptiva, basada en los métodos de trabajo propuestos por González, E. (1989) y González, S. (2010) para climas cálido húmedos, consistente en registros de campo sobre módulos experimentales de iguales dimensiones, materiales y acabados. Los módulos utilizados conservaron las características propuestas por las dos investigaciones citadas: medidas exteriores de 0.80 x 0.80 x 0.47 m, fabricados con madera contrachapada de 0.015 m de espesor, pintada en su exterior con pintura epóxica de color blanco. Fueron recubiertos en su interior con láminas de poliestireno expandido de 0.05 m de espesor. Se colocaron unos listones de madera de 0.04 m x 0.05 m en su base, con la finalidad de separarlos del suelo y evitar así el puente térmico que operaría si se diera el contacto directo de toda la superficie de base con el suelo.



Figura 6. Protección solar en ventanas (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figura 7. Aislamiento adicional en cubierta (Luis Carlos Herrera Sosa).



Figura 8. Masa térmica en muros (Luis Carlos Herrera Sosa).

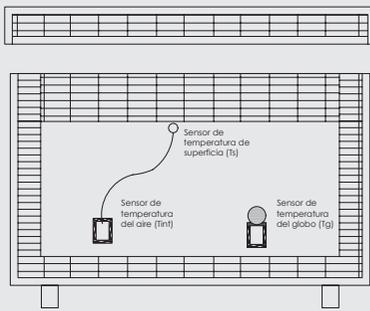


Figura 9a. Sección módulo control (MC)
(Luis Carlos Herrera Sosa).



Figura 9b. Módulo control (MC) Vista del
módulo (Luis Carlos Herrera Sosa).

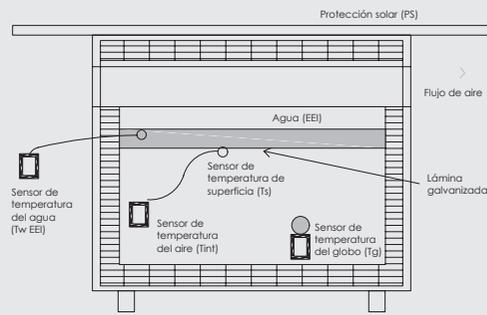


Figura 10a. Sección módulo para la evaluación de la TEP: EEI/PS (Luis Carlos Herrera Sosa)..

Para efectos de esta investigación se emplearon dos tipos de módulos. Uno funcionó como módulo de control (MC) sin ninguna TEP aplicada (Figura 9a y 9b), mientras que al otro se le denominó módulo experimental (ME) y se le proveyó de un estanque metálico en su parte superior, que fue modificado según lo requería cada experimento de acuerdo a las TEP seleccionadas. En el MC se registraron temperaturas del aire y de globo negro. En el ME se registraron temperaturas del aire exterior e interior, temperatura de la superficie inferior de la lámina, temperatura de globo negro, y temperatura del agua de enfriamiento evaporativo indirecto y en su caso temperaturas del agua de la masa térmica.

En el experimento EEI/PS se sustituyó la tapa aislada del MC por un estanque ventilado elaborado con base en lámina de acero galvanizado, con una película de agua de 0.020 m de altura, lo que representa un volumen de 11 litros de agua. Asimismo, se colocó una sobrecubierta independiente a la cubierta del módulo original, para tener protección solar (PS) de mayor eficiencia y disminuir la incidencia directa de los rayos solares sobre el estanque. Los cuatro costados del módulo se dejaron abiertos para permitir la libre circulación del aire sobre la película de agua a fin de propiciar el EEI (Figura 10a y 10b).

El experimento EEI/PS+MT es una variación del anterior, sólo que en este caso se instaló un recipiente de lámina de acero galvanizado con 30 litros de agua (0.7.01 m de altura) que actuó como masa térmica (MT). El agua en este caso estuvo confinada en el recipiente con una tapa de lámina de acero galvanizado sellada con acrílico, con el fin de evitar el contacto de la superficie del agua con el flujo de la ventilación natural. Sobre este recipiente se colocó otra película de agua de 0.020 m de altura (11 litros) que funcionó como estanque. Esta segunda película de agua sí estuvo expuesta al flujo de ventilación y proveyó al sistema de EEI (Figura 11a y 11b). A su vez, para el experimento EEI/PS+MT/ERN solamente se retiró la cubierta

durante la noche a fin de propiciar el intercambio radiativo con la bóveda celeste, estrategia conocida como ERN.

En el experimento EEI/at+ERN se sustituyó la tapa aislada del MC por un estanque sin ventilar elaborado con base en lámina de acero galvanizado, con una película de agua de 0.020 m de altura, lo que representa un volumen de 11 litros de agua. Asimismo se colocó una placa aislante de poliestireno de 1" de espesor, el cual estuvo cerrado durante el día, mientras que en la noche se retiró a fin de provocar el enfriamiento radiativo nocturno (Figura 12a y 12b).

El experimento EEI/at+ERN/MT es una variación del anterior, sólo que en este caso se le agregó un recipiente de lámina de acero galvanizado con 30 litros de agua (0.701 m de altura), que actuó como masa térmica (MT) y se conservó el enfriamiento convectivo nocturno (Figura 13a y 13b).

Para estimar el consumo de agua que un equipo de EED convencional utilizaría para alcanzar la misma temperatura al interior de los módulos con una TEP aplicada, se utilizó el método propuesto por IMPCO (1999) y probado por Herrera, L. (2009) quien encontró una correlación de $r=0.8$ entre lo registrado en campo y lo calculado. Ese consumo se refiere al volumen de agua evaporada por hora en un equipo de EED para alcanzar una temperatura dada. En este caso se empleó el promedio de las T_{op} obtenidas en los módulos como temperatura de "diseño" a alcanzar por el equipo de EED. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$evap = \frac{E_{cap} * (\bar{T}_{ext} - \bar{T}_{op\ int}) * eff}{1222} \quad (3)$$



Figura 10b. Módulo para la evaluación de la TEP: EEI/PS. Vista del módulo (Luis Carlos Herrera Sosa).

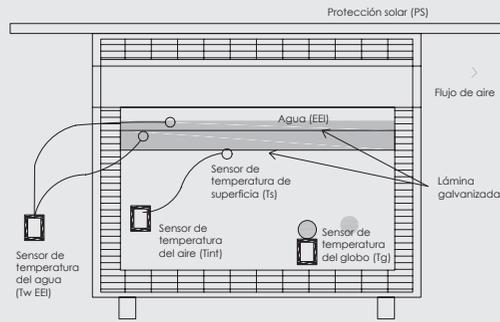


Figura 11a. Sección del Módulo para la evaluación de las TEP: EEI/PS +MT y EEI/PS+MT/ERN (Luis Carlos Herrera Sosa).

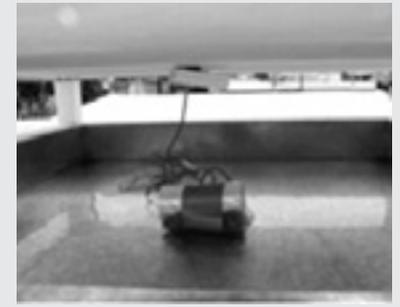


Figura 11b. Vista del estanque ventilado (Luis Carlos Herrera Sosa).

$evap$ = Volumen de agua evaporada por hora de funcionamiento de un equipo de EED en Lts/hr.
 $Ecap$ = Capacidad del equipo de EED en pies cúbicos por minuto = 3,800 pcm.
 \overline{T}_{ext} = Temperatura promedio por hora del aire exterior en °C.
 $\overline{T}_{op, int}$ = Temperatura operativa promedio por hora al interior en °C.
 eff = Eficiencia de enfriamiento del filtro = 0.50 (Herrera, L., 2009).

Dado que la fórmula de IMPCO está resuelta para un espacio a enfriar con una superficie útil de 38 m², el resultado obtenido de la ecuación 3 se debió ajustar a la superficie que corresponde al espacio interior de los módulos experimentales que es de 0.64 m² (0.80 x 0.80 m), mediante el siguiente procedimiento:

$$V_w = \frac{evap * 0.64}{38} \quad (4)$$

V_w = Volumen de agua evaporada por hora de funcionamiento de un equipo de EED en un módulo experimental.

La temporada de mediciones se llevó a cabo durante el verano de 2012, en los meses de junio a septiembre. Cada TEP estudiada se monitoreó durante 83 horas consecutivas (3 días y medio aproximadamente), con registros de datos cada 15 minutos. El equipo de monitoreo se compuso de *datta loggers* tipo HOBO de Onset Computer Co., modelos HO8-004, HO8-032-08 y UI2-013 provistos de sensores de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo negro, así como el cable TMC6-HD para el registro de temperatura del agua. Las mediciones obtenidas

con este equipo pueden considerarse como de clase I de acuerdo a la norma ISO 7726, con base en la precisión y rangos de operación con que trabajan.

Resultados

Estrategias de bioclimatización (EB)

Todas las EB aplicadas lograron disminuir el consumo de agua de los EED. La estrategia AC fue la que mejor resultado obtuvo con un 43.14% de ahorro en comparación con la CT; es importante aclarar que para alcanzar estos resultados fue necesario aplicar ECN, pues cuando no se aplica el ahorro de agua disminuye en un 60%. La segunda estrategia con mayor ahorro de agua es la ECN con un 35% en comparación con la CT. Le sigue la estrategia de AE+PC con 29.36%, luego la estrategia de PS con 28.72% y, por último, la estrategia de MT con 26.97%. Cabe destacar que la MT no es eficiente cuando no se combina con ECN, pues sólo alcanza 13% de ahorro de agua (Tabla 2 y Figura 14).

Técnicas de enfriamiento pasivo (TEP)

Una vez conocidos los volúmenes de agua evaporada, tanto por el trabajo de las TEP en los módulos experimentales, como el equivalente estimado para el trabajo de equipos de EED, se calculó el porcentaje de ahorro de agua para cada TEP (Tabla 3 y Figura 15).

Resulta evidente que las TEP que contribuyen al mayor ahorro de agua, están asociadas al aislamiento y el ERN con ahorros superiores al 80% (EEI/at+ERN/MT con 88.10% y EEI/at+ERN con 83.5%).

Lo anterior se explica por que buena parte del trabajo de enfriamiento se realiza sin necesidad de propiciar el cambio de estado del agua, sino que se hace por intercambio radiativo, de ahí que el rendimiento de agua sea superior.

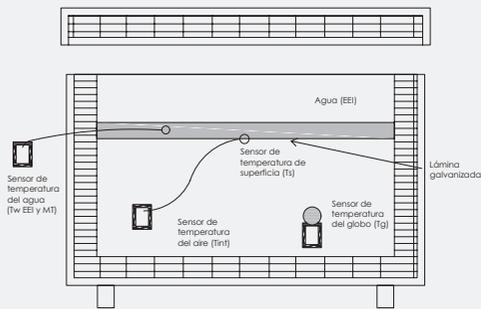


Figura 12a. Sección del módulo para la evaluación de la TEP: EEI/AT+ERN (Luis Carlos Herrera Sosa).

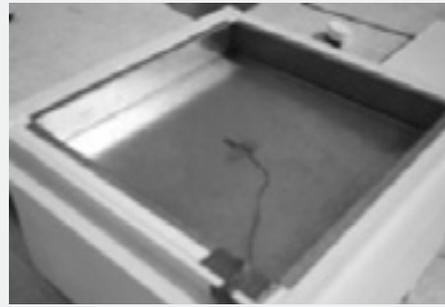


Figura 12b. Vista del módulo (Luis Carlos Herrera Sosa).

En cambio las TEP con el menor potencial de ahorro de agua son las que hacen depender parte del trabajo de amortiguamiento-enfriamiento a la MT (EEI/PS+MT con 29,59%).

Conclusiones

Mejorar el comportamiento térmico de la envolvente por medio de estrategias de bioclimatización contribuye significativamente a disminuir el consumo de agua de los equipos de enfriamiento evaporativo directo. El enfriamiento convectivo nocturno es una estrategia de enfriamiento imprescindible en esta región.

El ahorro tan significativo que tuvo el aislar el equipo denota la necesidad de que este tipo de dispositivos tengan mayor regulación en su manufactura y funcionamiento, normar no sólo los componentes que consumen energía eléctrica, sino también el consumo de agua y su comportamiento térmico con el exterior.

Todas las TEP aplicadas auspician el ahorro de agua. También se reafirma que la cubierta estanque, como cualquier cuerpo expuesto a la bóveda celeste, pierde calor por

emisión de radiación de onda larga y alcanza un potencial de enfriamiento máximo y de ahorro de agua muy elevada, producto de las condiciones de cielo despejado y baja humedad definida, característicos de este clima árido.

Las técnicas de techos estanque, como estrategia para el ahorro de agua aplicados en clima árido seco, demuestran que su eficiencia de enfriamiento puede llegar a suplir en su totalidad el uso de equipos de enfriamiento evaporativo directo convencional con un menor consumo de agua.

Esta investigación reafirma que en climas áridos, evaporar agua es la mejor técnica de enfriamiento posible. Esto se debe a que tales técnicas no requieren agregar grandes cantidades de humedad al ambiente ni aumentar la velocidad del aire en el espacio interior. La evaporación se supedita sólo a la que se efectúa de manera natural, con base en energías bajas y pasivas, que es de mucho menor volumen al que un EED convencional requiere evaporar para lograr su trabajo. Considerar el consumo de agua producto del uso de sistemas de enfriamiento evaporativo directo en climas áridos secos debe ser considerado como un indicador para medir niveles de sostenibilidad en los edificios.

Tabla 2. Ahorro de agua de Estrategias de Bioclimatización

Estrategia aplicada	Ahorro de agua %
Aislar el equipo de enfriamiento evaporativo (AE+PC)	29.36
Protección solar en ventanas (PS)	28.72
Aislante adicional en cubierta (AC)	43.14
Masa térmica en muros (MT)	26.97
Enfriamiento convectivo nocturno (ECN)	35.00

Tabla 3. Ahorro de agua por Técnicas de Enfriamiento pasivo (TEP)

Estrategia aplicada	Ahorro de agua %
Evaporativo indirecto con protección solar más masa térmica (EEI/PS+MT)	27.01
Evaporativo indirecto con protección solar más masa térmica y enfriamiento evaporativo nocturno (EEI/PS+MT/ERN)	48.98
Evaporativo indirecto con aislamiento térmico y enfriamiento radiativo nocturno (EEI/at+ERN)	83.55
Evaporativo indirecto con aislamiento térmico mas enfriamiento radiativo nocturno y masa térmica (EEI/at+ERN/MT)	88.10

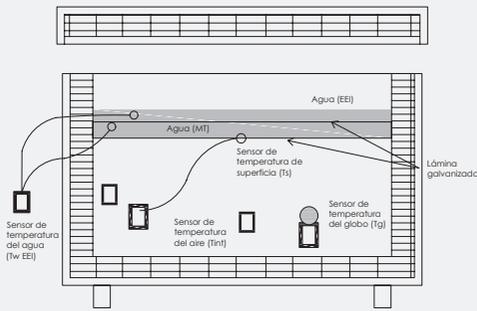


Figura 13a. Módulo para la evaluación de la TEP: EEI/at+MT/ERN (Luis Carlos Herrera Sosa).

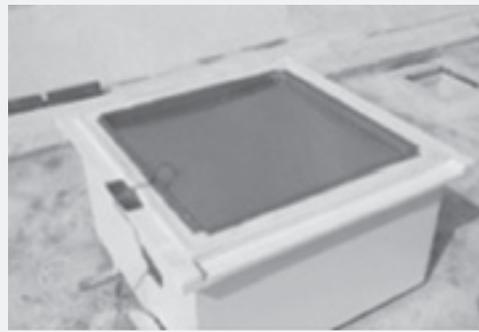


Figura 13b. Vista del módulo (Luis Carlos Herrera Sosa).

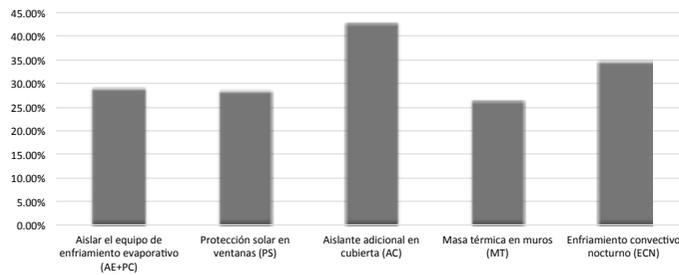


Figura 14. Ahorro de agua por EB (Luis Carlos Herrera Sosa).

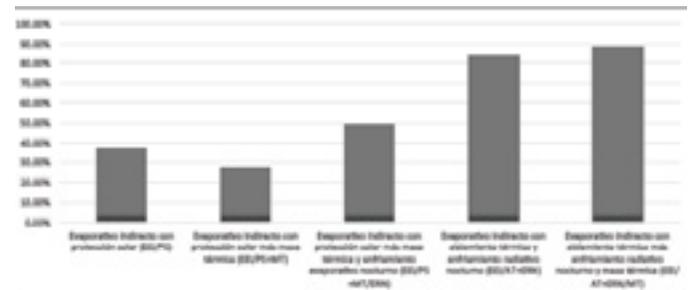


Figura 15. Ahorro de agua por TEP (Luis Carlos Herrera Sosa)

Bibliografía

Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2004), Estación meteorológica de Chihuahua (Archivo), Conagua, México. Recopilado en Abril de 2001.

González, E. (1989), *Evaluación de sistemas pasivos de enfriamiento y su aplicación en el diseño de viviendas*. Informe de investigación CONDES, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.

González, S. (2010), "Estudio experimental del comportamiento térmico de sistemas pasivos de enfriamiento en clima cálido-húmedo", Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía.

Herrera L. (2004), "Arquitectura: una nueva relación con el contexto, recomendaciones bioclimáticas para el mejoramiento del confort térmico para Chihuahua", Tesis de maestría, Universidad de Colima, Facultad de Arquitectura. Coquimatlán.

Herrera L. (2009), "Evaluación de estrategias bioclimáticas aplicadas en edificios y su impacto en la reducción del consumo de agua en equipos de enfriamiento evaporativo directo", Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, Facultad de Arquitectura. Coquimatlán.

Herrera L. (2012), Estrategias de enfriamiento pasivo encaminadas al ahorro de agua. Memoria técnica. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Arquitectura Diseño y Arte.

International Organization for Standardization. ISO 7726 (1998), *Ergonomics of the Thermal Environment: Instruments of measuring physical quantities*, Switzerland: ISO.

Referencias electrónicas

Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2005), Información al cliente. Casa habitación (en línea). Disponible en <http://cfe.gob.mx/casa/informacionalcliente/paginas/contrataciónelservicio.aspx> Consultado el 22 de agosto de 2011.

IMPCO (1999), Calculando enfriamiento evaporativo. Consultado el 31 de marzo de 2000: <http://www.impco.com>

Instituto Municipal de Planeación (Implan) (2007), Plan de desarrollo Urbano 2040, consultado en <http://implanchihuahua.gob.mx>. Consultado el 15 de mayo de 2007.

Karpiscak, M. y Marion, M.H. (1991, Julio), Evaporative Cooler Water Use. *Journal AWWA*, 4, pp. 1-7. Consultado el 19 de marzo de 2006: <http://www.awwa.org>

Martínez, R. (2007), Consumo y desperdicio de agua de los sistemas evaporativos residenciales. *Revista Cultura Científica y Tecnológica*, 22, pp. 6-12. Consultado el 23 de mayo de 2008: <http://www.uacj.mx/itt/culcyt>

Lenomex (2004), enriadores de aire (en línea). Disponible en <http://www.lenomex.com>. Consultado el 12 de agosto de 2011.



John Martin Evans
y Silvia de Schiller

Sustentabilidad en vivienda social: eficiencia energética y energía renovable en ocho zonas bioclimáticas de Argentina

PALABRAS CLAVE:

**vivienda social, eficiencia
energética, diseño
bioclimático, energías
renovables**

KEYWORDS:

**social housing, efficiency
energy, desing bioclimatic,
energy renewable**

RESUMEN

Este trabajo presenta el proceso de evaluación de ahorro de energía en proyectos de vivienda social con la aplicación de medidas de eficiencia energética, recursos bioclimáticos de diseño y la integración de instalaciones de energía renovable, generalmente energía solar. Proceso realizado para demostrar la posibilidad de reducir 30% el uso de energía convencional en vivienda social producida por los Institutos Provinciales de Vivienda en Argentina. Los proyectos fueron elaborados para ocho zonas bioclimáticas del país. Como resultado de la evaluación positiva de la primera etapa de la investigación, se obtuvo el financiamiento para construir 128 viviendas en la segunda etapa, en las que se incorporen las medidas identificadas a fin de evaluar el comportamiento energético y fundamentar el desarrollo de nuevas normas de eficiencia energética en vivienda.

ABSTRACT

This study presents the evaluation of energy demand reduction in housing projects, applying energy efficiency measures, bioclimatic design resources and incorporation of renewable energy installations, principally solar energy. This process responds to a research initiative aiming to demonstrate the possibility of reducing conventional energy use by 30 % in social housing provided by Provincial Housing Institutes of Argentina. The housing projects, developed for 8 climatic zones in the country. As a result of the positive evaluation of the first stage research, funding was obtained to build 128 homes in the second stage, which will incorporate measures identified to assess the energy performance and inform the development of new energy efficiency standards housing.

Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires
evansjmartin@gmail.com
sdeschiller@gmail.com

Introducción

La creciente preocupación por el impacto ambiental de las actividades del hombre incluye la importante secuela del hábitat construido. El desarrollo urbano, la construcción edilicia y el uso de los edificios generan creciente impactos, especialmente en el uso de energía de fuentes fósiles que contribuye al cambio climático y calentamiento global. El uso de energía no sólo contribuye a los impactos ambientales, sino que también recibe los impactos de calentamiento global. El uso de energía en edificios contribuye a un círculo vicioso donde el creciente uso de energía aporta gases efecto invernadero y el cambio climático resultante exige mayor uso de energía para acondicionar los edificios.

Situación especialmente preocupante en los climas templados y cálidos donde el calentamiento global puede aumentar la demanda para refrigeración. Otro aspecto delicado se refiere a la población de limitados o escasos recursos que actualmente utiliza acotadas cantidades de recursos energéticos, pero con un incremento en su situación económica y consecuente mejora en su calidad de vida, pueden aumentar su demanda de energía tratando de alcanzar los niveles de *comfort* térmico y bienestar que disfrutaban los sectores de mayor desarrollo económico.

Este trabajo se enfoca a esta problemática y responde a la pregunta: ¿es posible mejorar la calidad de vida de los sectores de menor desarrollo económico sin provocar crecientes impactos ambientales? Se estudió la posibilidad de lograr mejores condiciones en vivienda social en Argentina con menor uso de energía convencional, proveniente principalmente de fuentes fósiles contaminantes no renovables, atendiendo principios y criterios de sustentabilidad en arquitectura.

Según el Balance Energético Nacional (BEN, 2012), 19% de la demanda total de energía en Argentina corresponde al sector residencial. La mayor parte de esta demanda (65%), es en forma de gas con distribución a través de redes urbanas o gas licuado en garrafas o tubos de gas. En los últimos cinco años, la extracción de gas en Argentina fue insuficiente para satisfacer la demanda, haciéndose necesario importarlo en cantidades crecientes. Esta importación tiene un impacto directo

en el balance comercial cuando las reservas de divisas se encuentran en disminución.

Al mismo tiempo, el gas del sector residencial cuenta todavía con un importante subsidio, de un mayor porcentaje en las zonas más frías del sur del país. Si bien se está reduciendo, el alto costo del gas importado representa una fuerte barrera para su eliminación, con el fin de reducir el impacto económico en los sectores de menores recursos.

Finalmente, el uso de gas para calefacción, agua caliente y cocción, emiten gases efecto invernadero (GEI), con los consecuentes impactos ambientales. Una estimación (Evans, 2004), basada en el inventario de estos gases (SMADS, 2011), indica que el uso de energía en vivienda y otros edificios, tanto para su acondicionamiento como su construcción, es responsable del 24% de las emisiones totales de GEI, correspondiendo aproximadamente, a 65% de estas emisiones a vivienda.

En los últimos años, aunque el desarrollo de nuevas técnicas de extracción de gas y petróleo como el 'fracking'¹ pueden reducir o eliminar la importación y lograr nuevamente el auto-abastecimiento de energía en Argentina, los altos costos y el empleo de tecnología importada requieren sustanciales inversiones con fondos provenientes del exterior.

Algunas viviendas ya aplican técnicas de eficiencia energética que permiten un ahorro de 25% de la demanda de energía convencional, comparado con la vivienda común, reducción que representa aproximadamente 4,8% de la demanda total nacional si estas técnicas fueran aplicadas en gran escala (PEN, 2007). Sin embargo, la reducción es aplicable solamente a nuevas viviendas, las que representan de 2 a 3% del número total de viviendas por año, considerando que parte de ese total responden al crecimiento poblacional y, en menor medida, a los nuevos hogares necesarios para atender la disminución del número de personas por hogar (INDEC, 2011).

A pesar de la situación actual y los evidentes beneficios de utilizar energías fósiles convencionales con mayor eficiencia, no se han instaurado medidas de eficiencia energética en viviendas, con limitadas excepciones. En la provincia de Buenos Aires se ha aprobado y reglamentado la Ley de Eficiencia Energética en

¹ Proceso de fractura de rocas con agua a muy alta presión y la inyección de arena fina y aditivos para mantener las fracturas abiertas que facilitan la extracción de gas y petróleo.

Edificaciones (PBA, 2011), pero se han encontrado serias dificultades en su aplicación. Más recientemente, las ciudades de Buenos Aires y Rosario han aprobado leyes y ordenanzas similares.

Todavía no se ha evaluado el grado de aplicación de estas normas o los beneficios logrados, tanto en la reducción del uso de recursos energéticos como en el mejoramiento de las condiciones ambientales de la vivienda.

El sector ha contado con normas voluntarias de comportamiento energético desde 1970, y normas mínimas de habitabilidad de vivienda con financiación estatal, las que incluyen requerimientos de transmitancia máxima de muros y techos, con variaciones regionales según la severidad del impacto climático, tanto de calor como de frío. Si bien las exigencias de las normas mínimas (SE-DUV, 2000) no son muy estrictas, dado que su objetivo original no fue alcanzar alto grado de eficiencia, sino evitar patologías básicas —tales como condensación superficial—, demuestran, sin embargo, la factibilidad y capacidad de instaurar, exigir y verificar normas de eficiencia energética en vivienda social.

En ese marco, la investigación aquí expuesta, presenta el proyecto desarrollado para lograr una reducción significativa de la demanda de energía en vivienda con la consiguiente reducción de emisiones, y la metodología llevada a cabo para verificar el efectivo cumplimiento de los objetivos establecidos.

Proyecto de eficiencia energética

El Proyecto GEF 4861 (2015), financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo con fondos de Facilidad Global de Energía (GEF por sus siglas en inglés, *Global Energy Facility*), fue desarrollado para lograr una mejora significativa en el comportamiento energético de vivienda social en Argentina.

El Proyecto GEF propone reducir un 30% de la demanda de energía convencional, gas y electricidad, en cinco etapas principales:

Etapas 1: el desarrollo de proyectos de vivienda en distintas regiones bioclimáticas de Argentina, con la incorporación de medidas de eficiencia energética, recursos de diseño bioambiental y desarrollo

de energías renovables. En esta etapa, se realiza la verificación inicial del potencial de ahorro. Los Institutos Provinciales de Vivienda (IPVs), estuvieron a cargo del desarrollo de los proyectos, con asesoría de especialistas provenientes de los grupos de investigación de universidades nacionales.

Etapas 2: con la verificación de los potenciales ahorros estimados, se preparó la documentación para las licitaciones previamente a la selección de empresas constructoras. En esta etapa, también se realizó la verificación de los ahorros potenciales de energía.

Etapas 3: en cada localidad, ocho en total, se construirán 16 viviendas con distintos grados de eficiencia y recursos de diseño e instalaciones de energías renovables, con viviendas implantadas en cuatro orientaciones, en total a desarrollar en el marco del Proyecto 128 viviendas.

Etapas 4: las viviendas ya habitadas, serán monitoreadas durante un año a fin de verificar los ahorros previstos, bajo condiciones normales de uso. En cada localidad se contará también con cuatro viviendas desocupadas que actuarán a modo de ‘Viviendas Laboratorio’, a fin de estudiar el comportamiento energético sin habitantes.

Etapas 5: con el análisis de los resultados, se propone redactar nuevas normas para vivienda social. El objetivo es proporcionar un respaldo técnico objetivo, una evaluación económica y una verificación de la factibilidad técnica de llevar a cabo las nuevas medidas elaboradas y propuestas.

Adicionalmente, en el marco del Proyecto se realizaron una serie de estudios complementarios:

- Recopilación y análisis de normas, reglamentos y leyes existentes.
- Disponibilidad de materiales y componentes para el desarrollo de medidas de eficiencia en gran escala.
- Encuestas a los habitantes de las nuevas viviendas y capacitación en el uso de viviendas donde se incorporaron medidas de eficiencia energética y energías renovables.

El Proyecto prevé cinco tipos de vivienda a fin de evaluar el aporte de distintas estrategias de eficiencia

energética, todas con ejemplos construidos en cuatro distintas orientaciones para evaluar el impacto variable del sol, según orientación.

Vivienda de referencia

En todas las localidades se cuenta con un conjunto de alrededor de 80 viviendas ya habitadas que proporcionan una 'vivienda de referencia' para su comparación con las viviendas mejoradas. Estas viviendas tienen un diseño estandarizado y cumplen con las normas existentes establecidas para programas de vivienda social. Los muros y techos cumplen o deben cumplir con el nivel C, Mínimo, de la Norma IRAM 11.605 (1996), según las Normas Mínimas de Habitabilidad (SEDUV, 2000). En todas las categorías, se cuenta con ejemplos en cuatro distintas orientaciones.

Categoría 1. Vivienda Mejorada. El Proyecto prevé la construcción de cuatro viviendas con el mismo diseño en un nuevo sitio, cercano a las Viviendas de referencia, con mejoras en el nivel de aislación térmica de la envolvente, muros y techo, que cumplen con el Nivel B, de la Norma IRAM 11.605 (2000), con una mejora significativa.

Categoría 2. Vivienda Laboratorio. Estas viviendas, iguales a la Vivienda mejorada, se mantendrán desocupadas durante el primer año, a modo de permitir la realización de mediciones sin las ganancias internas variables y el comportamiento variable de los habitantes; tales como la operación de ventanas, selección de temperaturas interiores, uso de equipos eléctricos, etc. También permitirán realizar ensayos destructivos para verificar condiciones en el interior de muros y techos.

Categoría 3: Recursos bioclimáticos. En estas viviendas se mantiene la aislación térmica desarrollada en las Categorías 1 y 2, y se incorporan recursos de diseño bioclimático y sistemas solares pasivos, a fin de captar energía solar para calefacción en invierno y mejorar el *comfort* térmico en las diferentes estaciones del año.

Categoría 4. Sistemas solares activos. Adicionalmente a las mejoras de las categorías anteriores, estas viviendas incorporan sistemas activos, recursos e instalaciones de mayor complejidad, tales como colectores solares, con o sin circulación con bomba, sistemas de enfriamiento o precalentamiento de aire con tubos subterráneos.

Verificación del potencial de ahorro energético

En las primeras 2 etapas, diseño y documentación de obra, la evaluación de los proyectos de vivienda y la simulación del comportamiento térmico y energético es de vital importancia para asegurar el cumplimiento de los objetivos del Proyecto y lograr la aprobación de financiamiento para las etapas posteriores.

La evaluación fue desarrollada durante el proceso de diseño a fin de permitir correcciones y ajustes. Las técnicas de simulación y verificación, desarrolladas especialmente para el Proyecto, fueron compartidas con los equipos de diseño de los Institutos Provinciales de Vivienda, quienes podían usarlos para evaluar sus propios proyectos durante el proceso de diseño.

Las herramientas de evaluación, desarrolladas en forma de planillas electrónicas, fueron programadas para las siguientes aplicaciones.

Planilla e-trans

Esta planilla permite calcular la transmitancia térmica de muros y techos, usando una base de datos con las características térmicas de materiales y componentes constructivos disponibles en Argentina. La planilla también permite verificar el cumplimiento de transmitancias térmicas, según las características climáticas de cada localidad, y la Norma IRAM 11.605 (1996) transmitancia térmica máxima admisible con el método de cálculo y las características de materiales indicados en Norma IRAM 11.601 (1990), cálculo de características térmicas de componentes, con datos climáticos y zonas bioambientales de la Norma IRAM 11.603 (2012).

Planilla e-term

Esta planilla permite calcular las pérdidas volumétricas de la vivienda, la cantidad de energía que se desperdició por transmisión a través de la envolvente, muros, techos, ventanas y pisos, y las pérdidas adicionales debido a ventilación. El resultado está expresado en W/mK, flujo de calor desde el interior al exterior, por cada grado de diferencia en temperatura y por cada metro cúbico del volumen calefaccionado de la vivienda. La planilla verifica el cumplimiento de la Norma IRAM 11.604 (2003), con las características de los compo-

nentes constructivos establecidos en la planilla *e-trans* y grados días de calefacción según la Norma IRAM 11.603 (2012).

Adicionalmente al cálculo de las características térmicas de los componentes y el comportamiento de la vivienda, se realizó una verificación del riesgo de condensación superficial (sobre la superficie interior en invierno) e intersticial (en las capas constructivas en el interior de muros y techos). Esta es una verificación importante dado que la condensación puede provocar deterioros en los materiales, disminuir significativamente las características térmicas de la aislación térmica y favorecer el crecimiento de hongos que pueden afectar la salud de los habitantes, además del impacto visual de manchas negras en la vivienda.

Son notorios los problemas de condensación en climas templados y fríos de Argentina, en especial, en construcción liviana con capas de aislantes livianos y materiales permeables como roca-yeso.

A tal fin, se desarrollaron dos planillas adicionales para evaluar aspectos complementarios, no cubiertos por las normas nacionales, pero de gran importancia para la evaluación energética de la vivienda: la Planilla e-temp y la Planilla e-colector, según se detalla a continuación.

Planilla e-temp

Esta herramienta permite calcular la temperatura interna de una habitación acondicionada naturalmente, con régimen periódico de transferencia de calor. Esta evaluación es importante en climas con meses de gran amplitud térmica entre día y noche, y en climas templados donde la temperatura media se acerca a la zona de *comfort*. La planilla incluye los siguientes datos en el cálculo, con bases de datos de todas las variables consideradas:

- Datos climáticos de las variaciones de un día en cada mes del año, con condiciones típicas, o con variaciones más frías o cálidas.
- Datos de la claridad de atmósfera que permita estimar la intensidad de la radiación solar sobre el techo, el muro exterior y la ventana.
- Dimensiones del local en estudio: ancho, profundidad y altura.
- Características térmicas de muros interiores y exteriores, piso y techo.

- Dimensiones, tipo y orientación de la ventana.
- Tasa de renovación de aire.
- Calor metabólico según número de habitantes, actividad y horas de uso.
- Aporte de calor de iluminación según intensidad de luz, tipo de artefacto y horas de uso.
- Otras ganancias internas, según la potencia de los equipos y horas de uso.

El resultado de esta planilla indica la temperatura interna con sus variaciones en cada hora del día, lo cual permite evaluar el grado de *comfort* en verano. Si bien es limitado el uso de equipos de refrigeración en vivienda de este sector, las temperaturas más confortables logradas con mejor diseño no permiten lograr ahorro de energía, solo una mejora en las condiciones ambientales de la vivienda y en la calidad de vida de los habitantes. En caso de detectar condiciones indeseables en verano, se pueden implementar medidas de mitigación o mejora, tales como mayor nivel de aislación térmica o protección solar de ventanas. La misma planilla permite evaluar la incomodidad en invierno y la cantidad de energía necesaria para lograr condiciones aceptables.

El aporte de los sistemas solares pasivos fue estimado con el método desarrollado por Balcombe en el '*Passive Solar Handbook*' (1972). Aunque existen métodos más actualizados, éste permite rapidez en el cálculo, factor importante considerando el número de viviendas a evaluar, los distintos climas y las variaciones en orientación resultante de los terrenos disponibles.

Planilla e-colector

En cuatro viviendas de cada localidad, se prevé la incorporación de sistemas de energía renovable, a partir de la incorporación de colectores solares para calentamiento de agua en baños y cocinas. La planilla estima la demanda necesaria de calor para este fin, según las temperaturas de cada localidad para cada mes del año y la temperatura de diseño de agua caliente. Se realiza después una estimación del recurso de energía solar promedio en cada mes del año, con la intensidad media de radiación sobre el colector según su inclinación, orientación y superficie. Finalmente, se realiza una estimación del ahorro de energía convencional para el

calentamiento de agua, según las características y eficiencia del tipo de colector.

Resultados

Mejoras de la calidad térmica de la envolvente, muros y techos

El cambio previsto en el nivel de la Norma 11.605, pasando del Nivel 'c' 'regular' al 'b' 'medio', permite lograr un ahorro de recursos energéticos alrededor de 25%, con variaciones significativas según las zonas bioclimáticas.

La comparación entre la demanda energética de la Vivienda de Referencia y la Vivienda mejorada de las Categorías 1 y 2, mostraba ciertas dificultades en algunas localidades, tales como:

La construcción de muros en las Viviendas de referencia no siempre cumplía con la norma de los estándares mínimos de habitabilidad, obligatorios para vivienda de este sector. Con fines comparativos, se ha considerado que las viviendas fueron construidas con componentes que cumplen con las normas.

En otros casos, los techos en las Viviendas de referencia presentan transmitancias térmicas que corresponden a las Viviendas mejoradas del Proyecto GEF. Se adoptan estos valores con fines comparativos, a fin de estimar los ahorros de energía.

Adicionalmente a los problemas metodológicos, los resultados de las evaluaciones de las Viviendas de referencia, ya construidas, demuestran dos conclusiones importantes:

1. El cambio de nivel de aislación en muros pasando de Nivel 'c' a 'b', requiere un cambio substancial de la tecnología constructiva a emplear. En la mayoría de las zonas bioclimáticas del país es posible cumplir con el Nivel 'c' con un muro de ladrillos macizos de 30 cm de espesor nominal o un bloque cerámico hueco de 20 cm. Para lograr el Nivel 'b' se requiere una capa de aislante liviano y una capa adicional de protección, considerando que los materiales aislantes no pueden ser expuestos directamente al interior o exterior. En la mayoría de los casos, también se requiere una barrera de vapor efectiva para evitar problemas de condensación intersticial.

2. En cambio, los techos típicos con capa exterior de chapa galvanizada ondulada y cielorraso de placas de roca-yeso tienen un espacio apto para incorporar aislantes livianos, mientras el aumento del espesor de la capa aislante no requiere un cambio en la construcción. En algunos casos, los espesores de aislantes disponibles en el mercado local permiten cumplir con el Nivel 'b' de la Norma, sin costo adicional o con mínimo costo.

En ese marco, el desafío de las Categorías 1 y 2 es identificar el cambio necesario de tecnología que permita o favorezca cumplir con la Norma IRAM 11.605 a menor costo y mejor resultado.

Con tal fin se analizaron tres opciones en distintas localidades del proyecto: aislación exterior, aislación media y aislación interior, como se explicita a continuación.

Aislación exterior. También conocida con las siglas EIFS, en inglés '*Externa Insulation Finishing System*', esta opción presenta la gran ventaja de eliminar prácticamente los puentes térmicos, provocados por dinteles, columnas y vigas. La desventaja es el costo de la capa de terminación exterior cuyo fin es proteger la capa aislante y resistir las inclemencias del tiempo, además de resistir eventuales golpes, especialmente importantes en vivienda de una sola planta. Las soluciones constructivas más frecuentes son: revoque plástico flexible y una base de malla plástica pegada a la capa aislante, un revoque tradicional reforzado con malla de alambre o una placamenticia. En los primeros dos casos, se requiere un aislante térmico con placas rígidas, tales como poliestireno expandido o poliuretano, solución que no requiere una barrera de vapor en condiciones normales.

Aislación central. En este caso se requiere construir un muro doble con capa central de aislante térmico; este tipo de construcción no permite eliminar los puentes térmicos. Se puede utilizar un aislante menos rígido y más económico, como lana de vidrio con resina, pero el muro doble de mampostería representa un costo adicional importante. Con una cuidadosa selección de materiales de los muros interiores y exteriores, y la permeabilidad de los revoques interiores y exteriores, es posible evitar la barrera de vapor.

Aislación interior. Esta solución constructiva consta de una capa aislante colocada sobre el lado interior del muro de mampostería, un perfil de chapa galvanizada para obtener la cámara del espesor necesario, y una placa interior de roca-yeso. Esta solución requiere una barrera de vapor sobre el lado interior de la capa aislante y las instalaciones eléctricas que perforan la barrera de vapor requieren buen sellado para evitar condensación intersticial localizada. Ante una perforación de la placa de roca-yeso, por ejemplo, para fijar un cuadro, se puede perforar también la barrera de vapor con el riesgo correspondiente.

Las Normas IRAM, de alcance nacional, aunque no obligatorias, sólo consideran la transmitancia térmica de muros y techos, el flujo de calor entre el aire interior y exterior, considerando temperaturas constantes y régimen estacionario, aunque no contemplan el efecto favorable de la inercia térmica de muros y techos que permite disminuir la amplitud térmica interior y la demora del paso de calor o frío hacia el interior cuando la temperatura exterior es variable.

En climas muy fríos, la inercia térmica no ofrece ventajas significativas debido a la reducida amplitud térmica exterior en invierno y el flujo constante desde el interior hacia el exterior, sin variaciones por el efecto de la leve fluctuación de la temperatura exterior. Sin embargo, en climas templados y cálidos, y en vivienda con sistemas solares pasivos, la inercia térmica ofrece ventajas para favorecer el *confort* y reducir la demanda de calefacción en invierno o de refrigeración en verano. Las estrategias de ventilación para lograr refrescamiento nocturno y los sistemas solares pasivos requieren cierta inercia en muros y techos exteriores y en la capacidad térmica en muros y pisos interiores. Así, los elementos de la envolvente edilicia actúan como una 'esponja térmica' absorbiendo calor cuando la temperatura interior aumenta, y restituyendo el calor acumulado al aire interior cuando disminuye la temperatura.

El análisis de las opciones constructivas demuestra claramente los problemas técnicos y constructivos que se presentan para mejorar las características térmicas de un muro convencional. Por tanto, se considera necesario practicar el cambio de tecnología para lograr

mayor eficiencia energética y mejores condiciones para los ocupantes, tanto en invierno como en verano.

Condiciones de diseño bioclimático

En climas cálidos y húmedos en verano, típicos de las localidades de Tucumán, Salta y Formosa en el norte de Argentina, se requiere favorecer estrategias de ventilación sensible para lograr sensación de refrescamiento. Si bien un ventilador de techo puede generar el efecto de movimiento sensible de aire, es preferible lograrlo sin uso de energía convencional con ventilación cruzada. Sin embargo, en los terrenos típicos de los proyectos de vivienda social del sector, no siempre es factible lograr ventilación cruzada en todos los locales principales. En un terreno de 10 m de frente, se puede lograr buena exposición a la brisa en 3 habitaciones, considerando un ancho mínimo de 2,80 m en dormitorios y 3 m en el estar-comedor. Como las viviendas del Proyecto prevén un estar-comedor con una eventual ampliación de 2 a 3 dormitorios, el dormitorio de la ampliación tendrá menor exposición a la brisa por no contar con ventilación cruzada favorable, movimiento restringido por puertas y pasillos. La incorporación de salidas de ventilación en el techo pueden favorecer la salida de aire caliente ascendente, aunque no aumenta el movimiento sensible a nivel de los habitantes. Por otro lado, las aberturas internas, por ejemplo, sobre los placares que separan 2 dormitorios, pueden facilitar el movimiento de aire en estas habitaciones, pero no resulta muy aceptable culturalmente, ante la escasa privacidad acústica. Finalmente, es importante asegurar que el diseño y estructura del techo permita el uso de un ventilador de techo, la manera más apta para lograr refrescamiento en momentos sin brisa exterior.

En climas cálidos y húmedos del norte y nordeste de Argentina, ha crecido el uso de equipos de aire acondicionado con unidades 'split', no muy difundidos en vivienda social dado el costo a pesar de la difusión y facilidades de financiamiento ofrecidas. En la evaluación de la reducción de energía convencional, se supone que no se han instalado estos equipos y las mejoras en *confort* térmico estival no logran una disminución de esta demanda. Sin embargo,

la incorporación de medidas de diseño bioclimático, tales como ventilación cruzada, techos de color claro, con buena aislación térmica y protección solar, pueden demorar o evitar la instalación de estos equipos y la consecuente demanda de energía eléctrica.

Colectores solares

Las viviendas de Categoría 4 y, en algunos casos, las de Categoría 3, incorporan colectores solares a fin de aprovechar esta fuente de energía renovable y reducir la demanda de energía convencional para el calentamiento de agua. La simulación de la demanda permite detectar significativas diferencias en el ahorro de energía en distintas regiones climáticas del país y la diferencia de rendimiento de diferentes tipos de colectores.

Efecto de la latitud y altura sobre el nivel del mar

En zonas cálidas del norte de Argentina, el sol es más intenso en invierno debido al mayor ángulo de altura en las latitudes más cercanas al Ecuador. Sin embargo, la temperatura del agua de la red urbana también es más cálida, reduciendo la demanda de energía para su calentamiento. Como resultado, la demanda de energía para calentar agua es menor y el ahorro en energía convencional logrado con colectores solares también son menores, comparado con los climas templados de latitudes intermedias. Las localidades de gran altura sobre el nivel del mar en bajas latitudes son muy favorables para instalaciones de colectores solares debido a los efectos de la altura:

- las temperaturas son menores con una disminución de 0,6 grados en la temperatura promedio por cada 100 m de aumento de altura;
- al mismo tiempo, la radiación solar es más intensa con menor capa atmosférica y mayor transmisión de la radiación solar con ángulos de incidencia favorables.
- Las latitudes intermedias también son favorables debido a los ángulos del sol relativamente altos en invierno y las temperaturas relativamente bajas.

En las latitudes altas de las zonas australes con baja temperatura, el ahorro de energía convencional disminuye debido a la baja intensidad de la radiación solar en

invierno con mayor nubosidad y ángulos de incidencia desfavorable debido a la baja altura del sol invernal.

Tipo de colectores solares

La simulación del rendimiento térmico de los colectores solares permite comparar colectores planos de fabricación nacional en relación a los colectores con tubos evacuados importados, más eficientes en todas las latitudes, con especial ventaja en climas fríos, aunque con dependencia en un producto y repuestos importados.

En este caso, si bien los tubos evacuados disminuyen las pérdidas en condiciones de temperaturas muy bajas de invierno, a diferencia de los colectores planos de fabricación nacional, no se pueden reparar en caso de rotura.

En el Proyecto GEF se propone priorizar la fabricación local de colectores para promover empleo en la comunidad y facilidad de mantenimiento y reparación. En algunas localidades se adoptan colectores importados, permitiendo una medición y comparación de su comportamiento y eficiencia.

Sistemas activos para calefacción parcial

En algunas viviendas de climas fríos, se propone la instalación de sistemas activos con colectores solares a fin de aportar el excedente de calor a la calefacción con instalaciones de mayor superficie y potencia. Si bien la radiación solar es limitada en pleno invierno, la misma es más favorable en los equinoccios cuando las temperaturas exteriores son todavía bajas y demandan calefacción.

Este uso de colectores permite reducir parcialmente la solicitud de energía convencional para calefacción, pero no disminuye la petición en pleno invierno, cuando ocurren los picos de demanda. Así, aunque disminuyen las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), no disminuye la demanda máxima, relacionada con la capacidad de las redes de distribución y las inversiones en infraestructura.

En este momento, los sistemas solares activos para agua caliente y calefacción parcial no son económicamente rentables en el país, aunque el Proyecto prevé la experimentación y evaluación de estos sistemas a fin de identificar avances tecnológicos que puedan resultar aptos para aplicación en el futuro cercano, cuando

aumente el costo de energía y se explicita la situación crítica y la consecuente necesidad de reducir efectos ambientales por su nivel de impacto.

Ventilación

La renovación de aire representa aproximadamente una tercera parte de todas las pérdidas de calor producidas por calefacción en invierno. Aquí se evalúan los factores que influyen en la renovación de aire y las medidas adoptadas en los proyectos para reducir este aspecto que afecta directamente la demanda de energía para vivienda.

Calidad de las ventanas

En la Provincia de Formosa, la política provincial promueve el uso de materiales y componentes de fabricación local. Así, las ventanas son fabricadas por pequeñas empresas con madera de bosques locales. Esta política favorece el empleo y la actividad económica en la Provincia, aunque no favorezca la estanqueidad y calidad térmica de las ventanas.

Con frecuencia, la madera local no se encuentra bien estacionada, su contenido de agua es alto y el movimiento de la madera de las ventanas no asegura un buen cierre. La calidad de las pequeñas carpinterías tampoco logra una calidad similar a las ventanas industrializadas en los grandes centros fuera de la provincia. Sin embargo, cabe notar que, en este caso, la escasa calidad y estanqueidad de las ventanas no resulta muy crítica, considerando el clima cálido con muy limitada demanda de calefacción. Este ejemplo es muestra del conflicto a considerar entre distintos aspectos de sustentabilidad en la construcción, favoreciendo el empleo local y mínimo transporte, por un lado, y la eficiencia energética y buena calidad ambiental, por otro.

Ventilación para artefactos de gas

Los reglamentos del Ente Nacional Regulador de Gas (Enargas) (1982), exigen ventilaciones permanentes en locales con artefactos de gas, las que aproximadamente aseguran un cambio de aire por hora, debiéndose sumar a ello las infiltraciones en puertas y ventanas. En nuevos departamentos, crece la tendencia de eliminar la instalación de gas para reducir costos, espacio, evi-

tar demoras en inspecciones reglamentarias y prevenir la escasa disponibilidad del recurso a mediano plazo. La calefacción y refrigeración se resuelven, entonces, con equipos 'split' frío-calor con buena eficiencia, mientras el calentamiento de agua y procesos de cocción se abastecen con electricidad de bajo costo inicial, pero mayor costo en uso. El empleo de puertas sopladoras (*Blower-doors*) es incipiente en Argentina, aunque de creciente interés debido a la necesidad de obtener datos de renovaciones de aire en condiciones típicas de uso. Este equipo es vital para evaluar la estanqueidad de la construcción en seco con estructura de madera o perfiles de chapa galvanizada doblada en frío.

En la construcción de mampostería convencional, por ejemplo, tanto de ladrillos macizos como de bloques cerámicos huecos, hay menor oportunidad de infiltraciones a través de rendijas o huecos en la construcción. Además, las ventanas se sujetan con mortero durante la construcción, y los bordes se sellan con revoque.

En la construcción de madera, las ventanas se colocan, por lo regular, con un contramarco que requiere un sellador para fijarlos, proceso que puede dejar rendijas sin llenar.

Conclusiones

El sector de la vivienda social representa un desafío en el proceso de instaurar medidas de sustentabilidad ante la presión de reducir costos para lograr el máximo número de viviendas con limitada disponibilidad de financiamiento del gobierno central, provincial o municipal, mientras los responsables de la construcción con prácticas convencionales tienden a simplificar y acelerar el proceso constructivo evitando la introducción de innovaciones, tanto constructivas como legales.

A lo anterior, se suma la expectativa de la población que habitará las viviendas, factor relevante cuando una unidad mínima, aun con limitada calidad térmica, puede representar un enorme avance sobre una situación anterior de hacinamiento en vivienda precaria de baja calidad constructiva. Sin embargo, cumplir el sueño de una vivienda propia permite a la familia mejorar su calidad de vida con estabilidad

habitacional, mejores condiciones de salud y bienestar, todos los elementos que favorecen la productividad, estabilidad laboral y capacidad educativa de los hijos. Es pertinente comentar que, por un lado, las mejoras en la calidad térmica de la vivienda contribuyen a elevar la calidad de vida durante su uso durante un tiempo prolongado, con menor gasto y uso de energía, mejores condiciones de *confort*, eliminación de patologías debido a la humedad y condensación, las ventajas logradas son consideradas como beneficios a largo plazo. Sin embargo, la situación energética de Argentina, y muchos otros países con limitadas y decrecientes reservas de energía fósil, exigen medidas a corto plazo para lograr un uso más eficiente de este recurso no renovable. Los crecientes efectos de los combustibles fósiles también requieren medidas para limitar emisiones innecesarias.

En este conflictivo contexto, el mejor comportamiento térmico-energético de vivienda social contribuye a resolver este triple desafío: mejorar la calidad de vida, reducir la dependencia en energía convencional no renovable con los crecientes costos de acondicionamiento térmico y minimizar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

El trabajo indica el potencial de reducir energía convencional en vivienda social, con tecnologías

disponibles con costos aceptables. Los estudios realizados confirman la factibilidad de lograr una reducción de 30% en el uso de energía convencional, electricidad y gas, en la vivienda. El gobierno central tiene la facultad de establecer, aplicar y verificar el cumplimiento de normas obligatorias de habitabilidad y eficiencia energética, una ventaja que todavía no se aplica en el diseño y construcción de vivienda del sector privado, deuda pendiente en la búsqueda de equilibrio en la distribución del recurso energético y adecuados niveles de habitabilidad para toda la sociedad.

No obstante, están surgiendo incipientes iniciativas para instaurar leyes y códigos obligatorios de construcción con exigencias de eficiencia energética en la provincia de Buenos Aires, la ciudad de Rosario y la ciudad Autónoma de Buenos Aires. La combinación de estos factores permite prever la ampliación de exigencias al sector privado, de mayor poder adquisitivo, expectativas más elevadas y, consecuentemente, mayor consumo de energía. Se espera que al reducir 30% la demanda de energía convencional con nuevos programas de vivienda social, se favorecerá la transferencia de normativas al sector privado mostrando la factibilidad y efectividad de su aplicación en la producción y operación de un hábitat más sustentable a largo plazo.

Bibliografía

- Balcombe, D., *et al* (1972), *Passive Solar Handbook*, Volumen 1, Department of Energy.
- ENARGAS, NAG-200 (1982), Disposiciones y normas mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas, Ente Nacional Regulador de Gas.
- Evans, J. M. y de Schiller, S. (1985), *Diseño bioambiental y arquitectura solar*, Buenos Aires, EUDEBA.
- Evans, J. M. (2004), "Clean Development Mechanism for building: potential in different climatic regions of Argentina", en Wit, M. H. (Ed), *Proceedings, Built environments and environmental buildings*, 21st International Conference PLEA, Technical University Eindhoven, Eindhoven, pp. 909-914.
- INDEC (2011), Instituto Nacional de Estadística y Censo, Censo de población y hogares 2010, Buenos Aires.
- IRAM (2012), Instituto Argentino de Normalización, Norma IRAM 11.603, Aislamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina, IRAM Buenos Aires.
- IRAM (2012), Instituto Argentino de Normalización, Norma IRAM 11507-1, Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación, IRAM, Buenos Aires.
- IRAM (2006), Instituto Argentino de Normalización, Norma IRAM 11.625: Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales, IRAM, Buenos Aires.

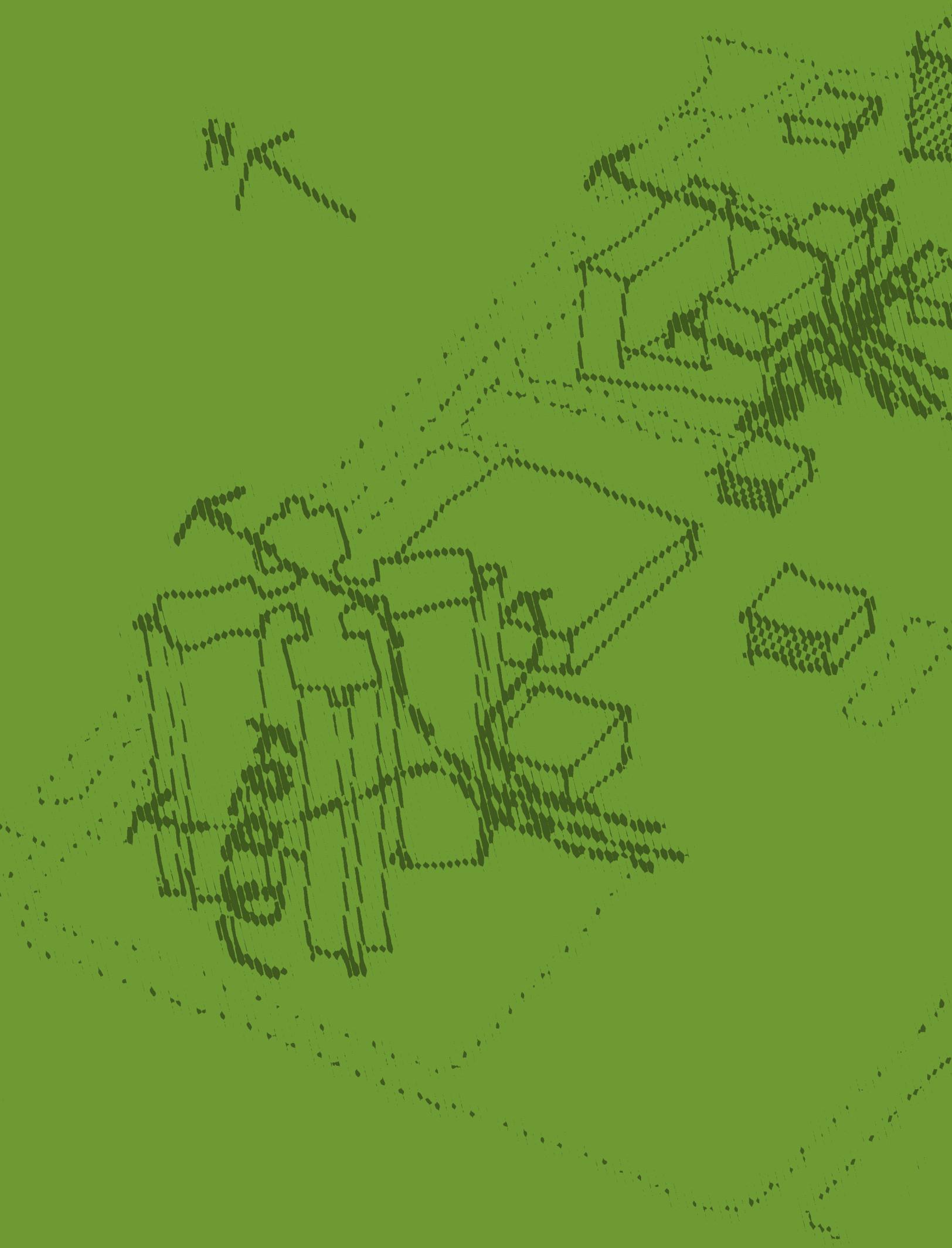
- IRAM (2003), Instituto Argentino de Normalización, Norma IRAM 11.604: Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico 'G' de pérdidas de calor, IRAM, Buenos Aires.
- IRAM (1996), Instituto Argentino de Normalización, Norma IRAM 11.605, Valores máximos admisibles de transmitancia térmica 'K', IRAM, Buenos Aires.
- IRAM (1990), Instituto Argentino de Normalización, Norma IRAM 11601: Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total. IRAM, Buenos Aires.
- Poder Ejecutivo Nacional (PEN), Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de Energía, Decreto N° 140/07, Boletín Oficial de la Nación 31309, PEN, Buenos Aires, 24/12/2007.
- PBA, Provincia de Buenos Aires, Ley 13.059, Eficiencia energética en Edificios, Boletín Oficial, 2011.
- SEDUV, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Secretaría de Obras Públicas, Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social, Ministerio de Infraestructura y Vivienda, SEDUV, Buenos Aires, 2000.
- SMADS, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2da Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. SMADS, Buenos Aires, 2011.

Referencias electrónicas

- B.E.N., Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía, Buenos Aires, 2013. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>. Consultado el 30 de julio de 2014.
- GEF, Project 4861, Introduction of Energy Efficiency and Renewable Energy Measures in Design, Construction and Operation of Social Housing and Community Equipment, Global Energy Facility, http://d7.thegef.org/project_detail?projID=4861. Consultado el 20 de abril de 2015.



RELATORÍAS



Hábitat sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo

Sergio Padilla Galicia,
Elizabeth Espinosa Dorantes,
Víctor Fuentes Freixanet

PALABRAS CLAVE:

**hábitat sustentable,
movilidad urbana,
estrategias sustentables,
espacios verdes,
edificación sustentable,
innovación en la
educación.**

KEYWORDS:

**sustainable habitat, urban
mobility, sustainable
strategies, green spaces,
green building, innovation
in education.**

RESUMEN

El objetivo de estas relatorías es documentar investigaciones, criterios y lineamientos de políticas urbanas sustentables desarrolladas en los últimos años, así como estrategias y proyectos que aportan conceptos, métodos y técnicas de análisis y aplicación en casos concretos a partir del enfoque disciplinar de la arquitectura y el urbanismo sustentable.

Se presentan seis temas redactados por los editores del libro a partir del material presentado por los autores en el II Seminario de Hábitat Sustentable.

ABSTRACT

The objective of this report is to document in this book, research products, criteria and guidelines developed in recent years, or strategies and sustainable urban projects and policies which provide concepts, methods and techniques of analysis and specific application in cases based on discipline approach of sustainable architecture and urban planning.

They are presented 6 issues, written by the editors of the book from the material presented by the authors in the II Seminar of Sustainable Habitat.

Contradicciones en las políticas públicas sustentables¹

Las políticas públicas en nuestro país la mayoría de veces han sido mal planteadas debido a la ausencia de conocimiento de las temáticas y a la falta de comprensión de diversos tópicos como son: el discurso ambiental, la cultura política, los partidos políticos, los legisladores, las autoridades y las acciones. Cada uno de los actores políticos desconocen sobre las funciones de uno y otro y, por tanto, no se articulan correctamente las respuestas, que en forma de normas, instituciones, prestaciones, bienes públicos o servicios debe proporcionar el Estado para atender las demandas de la sociedad.

Luego entonces, entender las estructuras de gobierno es relevante, y para ello debemos investigar para aprender. Como inicio es necesario trabajar en el pensamiento crítico para tener fundamentos y proponer ideas desde la academia, ya que el papel de una universidad es muy relevante por la responsabilidad como guía y corriente de pensamiento.

Cultura política

Es el conjunto de normas, valores, conocimientos y conductas sobre el fenómeno político que permiten la construcción de valores que implican la visión sobre:

- La nación
- Los partidos políticos
- Las elecciones
- Los legisladores
- Las autoridades
- Las acciones políticas que se desarrollan en el ejercicio público, etc.

Cuando se plantean políticas públicas, además de considerar los principios que la orientan (la ideología o argumentos que la sustentan); los instrumentos mediante los cuales se ejecuta (incluyendo aspectos de regulación, de financiamiento y de mecanismos de prestación de las políticas) y los servicios o acciones principales que se llevan o deberían llevarse a cabo, nos obligan a tener conocimientos que nos permitan entender:

- La estructura y formas de gobierno
- Las fuentes de poder
- La legitimidad del gobierno
- Los derechos y deberes de los miembros de una comunidad o un Estado
- Las relaciones entre el individuo y el Estado
- El carácter (positivo, natural, racional) o lo arbitrario de las leyes
- Naturaleza y alcance de la libertad
- Los diversos tipos de libertades
- La naturaleza y formas de justicia
- La obligación política, etc.

El problema de la interpretación del discurso ambiental existente

M. McLuhan plantea que los autócratas determinan sus formas de poder a través de las grandes obras de arquitectura y urbanismo y si consideramos que comúnmente se realiza la importación de políticas públicas de países hegemónicos en todos los ámbitos (educativo, científico, tecnológico, político, entre otros), el discurso debe orientarnos a re-pensar la transformación de las ciudades con base en los cuestionamientos no sólo de la necesidad de cambiar de paradigma, sino en definir: ¿cuál es el paradigma?, además de reflexionar si la problemática puede

¹ Relatoría basada en la presentación de Hermilo Salas Espíndola, en el II Seminario de Hábitat Sustentable, 2014.

² La contradicción es un proceso que proporciona las condiciones internas que hacen necesario el cambio.

ser atendida mediante el desarrollo sustentable o sostenible, o bien a través de la promoción del decrecimiento de población en los asentamientos humanos. Aun así es fundamental ponderar que lo más importante es percibir la sabiduría que el proceso de la ciudad nos ofrece históricamente, ya que esta condición la convierte en un texto abierto.

Ahora bien, la cuestión es: ¿los políticos saben leer este texto?, ¿entienden lo que dice D. Harvey respecto a que “lo físico del espacio público urbano y las políticas de la esfera pública” deben actuar ante el colapso ecológico y ambiental, el calentamiento global, la expansión del capitalismo, el crecimiento incompatible con sostenibilidad y la pobreza extrema? Esa es la dificultad.

Con base en que las economías capitalistas necesitan incrementar beneficios más que incrementar producción, el dilema es establecer una política de límites, ya que con una “economía del exterminio” como dice Lewis Mumford en su libro *The condition of Man*, no hay rumbo para los diferentes actores sociales y la única respuesta que nos puede regir es percibir que requerimos de una guía y corriente de pensamiento que nos lleve a entender que la contradicción² es la fuerza motriz del cambio.

Por tanto, para entender cómo se transforman las cosas, para controlar y utilizar los cambios y comprender sus contradicciones, es necesario precisar que en los procesos de planeación de las políticas públicas, lo cualitativo es el resultado de tres factores (Cornforth, M, 1983):

- El desarrollo de una visión concreta
- La transmisión del conocimiento en su adquisición y aplicación
- La legitimización democrática

Es decir, y como afirma Harvey: ir a una gobernanza democrática. También para comprender el proceso y aprender a controlarlo y dominarlo debe conocerse sus contradicciones esenciales e investigar las formas específicas que revisten éstas en cada caso, sin olvidar que: “Las contradicciones sociales son antagónicas cuando implican conflicto de intereses económicos” (Confort, M, 1983).

Por ello, ante la duda de ¿cuál es el sentido de las políticas públicas?, indicaremos que son las respuestas sociales que implican la función de gobernabilidad y de la gobernanza como la visión del cambio.

Hábitat sustentable, una cuestión urbana¹

Las conferencias *Hábitat I* (1976) y *Hábitat II* (1996), realizadas con 20 años de diferencia, muestran que la ciudad es la forma en que los seres humanos han escogido para vivir en sociedad y proveer sus necesidades, y por ello no puede ser considerada una desgracia a ser evitada a cualquier precio. El futuro dependerá de cómo evolucionarán las soluciones urbanísticas y cualquier idea de sustentabilidad tendrá que probar su funcionamiento en un mundo urbanizado, es decir, en el escenario de las ciudades.

Degradación de lo urbano

La degradación de la ciudad sucede, la mayoría de ocasiones, por las siguientes causas: deficiencias en la caracterización de la demanda y delimitación del problema, a impericias técnicas en el desarrollo de las soluciones (definición de políticas, estrategias y proyecto), ejemplos de esto son (*Figuras 1 y 2*):

- Partidos urbanísticos que en nada recuerdan los asentamientos de origen.
- Alteración de las relaciones entre las escalas pública y privada.
- Eliminación de la escala semi-pública.
- Instauración de sistemas viales monumentales, que sugieren la utilización masiva del automóvil para trayectos cortos.

- Generalización en la provisión de equipamientos comunitarios.
- Segregación socio-espacial, con la formación de fronteras sociales, producto de una distribución de ingresos y estratos desequilibrados.

Se afirma que la morfología urbana tiene que ver con la producción y consumo de energía en las ciudades; así, las ciudades compactas y de alta densidad reducen la necesidad de desplazamientos y consumo de los edificios, pero por otro lado, también producen un impacto negativo en el microclima urbano y en el potencial de renovación de la energía.

Ciudad sustentable: ciudad democrática

La ciudad sustentable se concibe como la que procura tener un balance entre su población y su base ecológica, su desarrollo y el consumo de energías limpias, recuperando áreas degradadas. Promover la ciudad sustentable es un desafío, dadas las condiciones de desigualdad económica, el déficit habitacional y, en general, el desequilibrio urbano. El reto es lograr una ciudad compacta que minimice los costos de implantación y que permita valorar los ambientes creados por edificaciones en los que se respete el entorno y una relación adecuada entre llenos y vacíos, espacios construidos y abiertos dentro del tejido urbano y en el que, además, se logre un mejoramiento del espacio existente y, en general, una rehabilitación del ambiente urbano.



Figura 1. Ciudades degradadas. Barrio y Favela de Morumbi, Sao Paulo Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).



Figura 2. Autopista urbana hacia el Plan Piloto de Brasilia, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

¹ Relatoría basada en la presentación de Marta Bustos Romero, en el II Seminario de Hábitat Sustentable, 2014.

La ciudad sustentable se perfila como una forma compacta con la intención de minimizar los costos de implantación y enriquecer los ambientes y escenas creadas por las edificaciones, respetando el entorno y valorando los vacíos dentro de la malla urbana para que exista el espacio público seguro que permita la integración y cohesión social y, así, democratizar los lugares, asegurando al mismo tiempo la persistencia del sitio y la conservación del lugar y, con ello, la preservación de la memoria y de la cultura.

De esta forma, la ciudad sustentable debe ser, en esencia, una ciudad democrática construida para el hombre, para los ciudadanos. En ella procurarse el rescate de las mejores condiciones de vida, reponer las pérdidas y contrarrestar los males producidos por el proceso de crecimiento desordenado de las ciudades. Así, el espacio sustentable se refiere a la manutención y preservación de la diversidad de culturas, valores y prácticas existentes, que integran, a lo largo del tiempo, las identidades de los pueblos (*Figura 3*).

La gran cuestión ecológica en la actualidad es la construcción de la ciudad de los hombres, la ciudad sustentable, como una ciudad democrática, que debe procurar:

- Equilibrio entre la población y su base ecológica.
- Responsabilidad ecológica, cuidando el uso eficiente de la energía.
- Impulso al uso de tecnologías blandas o limpias.
- Recuperación de áreas degradadas.
- Reposición de los recursos existentes.



Figura 3. Montreal, Canadá (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

En esa perspectiva, promover la sustentabilidad en las ciudades subdesarrolladas significa enfrentar varios desafíos:

- La concentración de la renta.
- La enorme desigualdad económica y social.
- El difícil acceso a la educación de buena calidad y al saneamiento ambiental.
- El déficit habitacional.
- La vulnerabilidad y situación de riesgo de los grandes asentamientos.
- La degradación de los medios construido y natural.
- Los acentuados problemas de movilidad y accesibilidad.

Por tanto, la sustentabilidad entendida como un proceso interdisciplinar, amplio y que trasciende las diferentes dimensiones del proceso urbano, ha de considerarse como un objetivo final o como la búsqueda del equilibrio limitado a la dimensión ecológica. Pensar la sustentabilidad como proceso continuo exige la presencia o la aplicación de criterios de sustentabilidad; esto es, reconocer como sustentables una serie de valores, actitudes, institucionalidades e instrumentos.

Desequilibrio entre la población y su base ecológica

Las ciudades necesitan emprender acciones de rehabilitación de los espacios dirigidos a la conservación y cuidado de las grandes áreas libres que todavía poseen, recuperando las periferias, apreciando su patrimonio histórico-arqueológico, reestructurando y ampliando el tejido urbano. También se requiere una actividad proyectual más atenta a los lugares, que procure incorporar los elementos que garanticen la coherencia con el paisaje circundante y con el sector de la ciudad en la cual se interviene.

La idea de que el crecimiento de la población en las áreas urbanas puede darse en forma de expansión sin límite, es la primera forma que contradice el valor ambiental del territorio, al considerarlo un recurso abundante y disponible. En las intervenciones urbanísticas habrá que ponderar el concepto del lugar, de la importancia del contexto, lo que implica de entrada una conceptualización mayor a la simple idea

de la localización espacial, incorporando las formas y características sociales, culturales y ambientales del lugar.

Espacio sustentable

La construcción del hábitat sustentable es una cuestión urbana que se apoya en la sustentabilidad cultural, así como en la sustentabilidad social, en cuanto que objetiva la mejoría de la calidad de vida y la reducción de los niveles de exclusión y tiene como premisa que: los aspectos ambientales comunican y dan forma a los diferentes proyectos de intervención urbanística. El ambiente incluye los aspectos naturales, el clima, la cultura y la historia del lugar.

La conservación de los rasgos naturales del paisaje permite que exista sentido de identidad del lugar, se tenga sensibilidad para el contexto, la escala percibida sea más continua y compleja, también permite la creación de zona de transición entre el ambiente natural y el artificial, manteniendo la diversidad, determinando variables como cualidad y opciones de vida. La percepción del paisaje se revela, por tanto, como un modo de elegir, evidenciar y tomar conciencia de las cualidades que están presentes en un determinado lugar.

En Brasilia, capital del país, Lucio Costa estableció un vínculo con el espacio al escoger para su localización, el triángulo contenido entre los brazos del lago. La sensación de seguridad que se logra en el lugar se debe al dominio visual sobre el paisaje y su claridad, es decir, la facilidad que el paisaje ofrece para ser comprendido a través de relaciones espaciales legibles entre sus elementos. Esta doble función constituye el elemento definidor de la relación entre el cielo y la tierra en el sitio (*Figuras 4 y 5*).

La cultura y el clima de un lugar han sido, a través de todas las épocas, factores productores de ideas originales, de vitalidad, así como de preservación de los más profundos valores humanos; por ejemplo, para Brasilia, Brasil se tienen algunas de las siguientes consideraciones ambientales (*Figura 6*):

- Capacidad de absorción y reflexión de los materiales urbanos.
- Análisis de los porcentajes de áreas permeables e impermeables. Las superficies impermeables reducen la evapotranspiración.
- Cerca de 60% del excedente de la radiación se pierde como calor sensible para el aire, y 30% es almacenado en los materiales, que componen la base de la cobertura urbana, siendo 10% consumido en la evaporación.



Figura 4. Esquema urbano de Brasilia, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

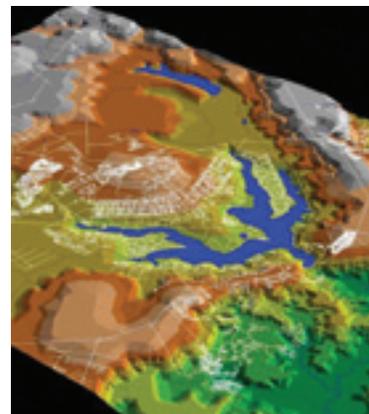


Figura 5. Modelo geomorfológico del emplazamiento y trazo de Brasilia, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

- Regiones con mayor porosidad son mejor ventiladas que las poco porosas; en las muy porosas hay mejores intercambios térmicos, renovación del aire y posibilidad de ventilación cruzada, lo que es ideal para regiones calientes.
- El enfriamiento del espacio abierto y de la envolvente del edificio es causado significativamente por la acción de la ventilación.

Criterios de balance energético y comodidad ambiental (*Figuras 7 y 8*):

- Cuanto más compacta es el área de edificaciones, más reducida es la radiación solar directa por la sombra, y se aumenta la radiación difusa debido a las inter-reflexiones entre edificios; también es mayor la retención de la radiación de onda larga en el espacio urbano.
 - Regiones más opacas (no porosas) acumulan más calor debido a las propiedades térmicas de los materiales, necesitando de mayor ventilación para realizar intercambios térmicos.
- La porosidad del tejido urbano posibilita la ventilación natural en ambientes internos (ventilación cruzada), cuando la abertura de entrada del aire sufre presión positiva y la abertura de salida de aire sufre presión negativa.
 - Existen más posibilidades de ventilación cuando se deja una separación entre los edificios de seis veces su altura; si el edificio en su desplante tiene columnas y planta abierta, la distancia puede ser menor que seis veces su altura.
 - En los espacios excesivamente expuestos, y cuyo material superficial es impermeable (pavimento), los intercambios térmicos de calor latente son menores, reduciendo así, la pérdida de calor por evapotranspiración.

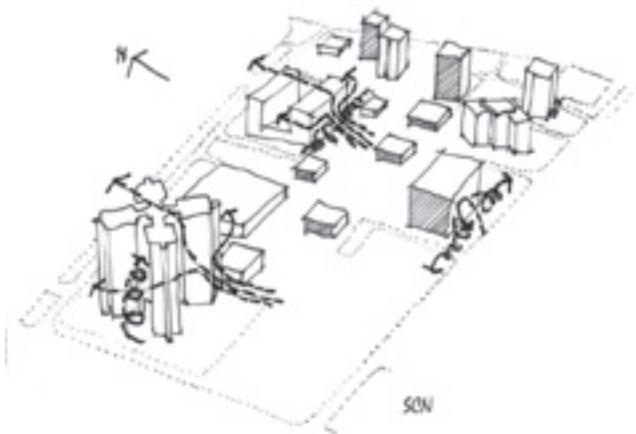


Figura 6. Análisis ambiental del Sector Bancario Norte-Brasilia DF, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

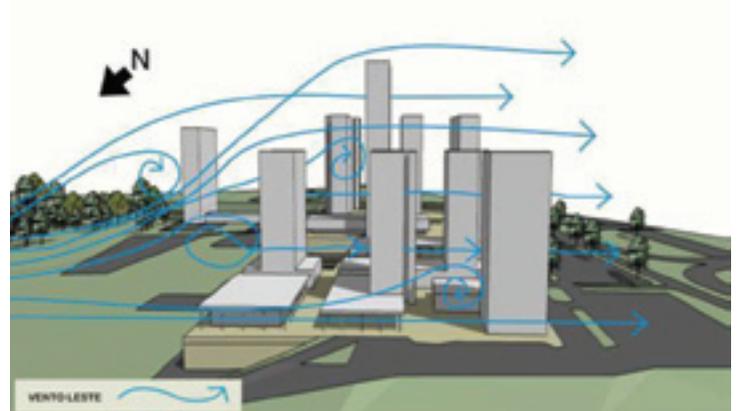


Figura 7. Análisis de las condicionantes ambientales del Sector Comercial Norte-Brasilia DF, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

Proyectos del Laboratorio de sustentabilidad aplicada a la arquitectura y el urbanismo (LaSUS), de la Universidad de Brasilia

Este Laboratorio ha realizado proyectos de vinculación de la universidad con sectores productivos y sociales, como los que describen a continuación.

Proyecto de ampliación Campus Darcy Ribeiro de la UNBEL

Bajo el concepto de “Reforzando la identidad y una búsqueda formal del lugar”, el proyecto plantea una trama urbana formada por llenos y vacíos con gran continuidad de la masa y alta densidad de construcción concentrada en el cuadrante norte del área, con la idea de favorecer la integración con la malla de la ciudad de Ceilândia que limita al área de intervención (*Figura 9*).

La valorización de los vacíos procura un mejoramiento de la calidad de vida de la población residente, con esos elementos se crea un espacio seguro que permite la integración y cohesión social, asegurando, al mismo tiempo, la persistencia del sitio y la conservación del lugar.

Este proyecto de urbanización fue realizado a partir de parcelas de tamaño medio para aumentar la accesibilidad, priorizando las formas regulares y semejantes y, evitando dejar áreas residuales, contribuyendo a la identidad, la agregación, apoyando la orientación espacial. Se cuidó la escala humana y la integración con las áreas urbanas inmediatas; el sistema de ciclo vías en el interior del Campus sirve de estímulo a su expansión contrastando con el uso excesivo del automóvil en la ciudad de Brasilia. Se emprendieron estrategias y técnicas de infraestructura verde, aplicadas al diseño urbano, como:

- Biovaletas (cunetas ajardinadas de drenaje pluvial)
- Sendas verdes
- Cisternas de almacenamiento y tratamiento de aguas residuales
- Canales de infiltración

Los espacios abiertos fueron proyectados como mediadores entre el clima externo y el interior del espacio semi-público demarcado (plaza de la pérgola

del CRAD). Los atributos trabajados en el espacio semi-público fueron divididos en cuatro grandes categorías: la forma, el trazado, la superficie y el entorno.

Proyecto de nuevo Campus de la UnB en Ceilândia DF

La estrategia utilizada para estructurar el campus fue a partir de una secuencia de espacios edificados y abiertos. La superestructura con techados verdes es el punto focal que relaciona a todos los demás edificios. Las actividades no están rígidamente sectorizadas o zonificadas, procurado así una mezcla de usos y un urbanismo más diversificado.

Los estacionamientos se plantean como auténticos espacios colectivos, permeables y con vegetación arbórea que contribuya a humidificar y resfriar el aire, y para ofrecer variaciones florísticas en el transcurso del año, en una continua composición con los espacios abiertos y los lugares simbólicos (*Figura 10*). Algunos datos del proyecto son los siguientes:

- Conjunto urbano con una superficie total construida de 91.584,42 m²
- Área administrativa UAC UED con un área construida de 9.370 m²
- Quioscos, 1,150 m²
- Apoyo, 3,750 m²
- Rectoría, 7,149 m²
- Residencia, 11,506,8 m²
- Campo deportivo, 2712,1 m²
- Lugares de estacionamiento, 896 más 240, total 1,136 lugares
- Área total de construcción 124,510,22 m²
- Área de terreno, 190,000 m²
- Área permeable, 76,46%

Proyecto de nuevo Campus da UnB no Gama- DF

Este proyecto se basa en los siguientes conceptos sustentables.

- Una cubierta-parque que es definida como estructura que asocia el uso de vegetación común con cubiertas-verdes (gramíneas y arbustos) con las características de urbanización de una plaza o parque (mobiliario y paseos), que aprovecha las condiciones topográficas y



Figura 10. Proyecto del LaSUS del Campus de la UnB en Ceilândia DF., Brasília DF, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).



Figura 11. Proyecto del LaSUS del Campus da UnB no Gama - DF., Brasília DF, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

movimientos de tierra encontrados en el terreno para ofrecer a las personas acceso a una área de convivencia en la parte superior y otros usos en la parte inferior. Se incentiva el uso de alturas diferenciadas entre los edificios, configurando un espacio urbanizado con superficies más rugosas, lo que permite el acceso de la luz natural y garantiza un buen comportamiento de los vientos en el espacio del campus. Estas

técnicas pasivas de climatización pueden, también evitar la necesidad de otros recursos tecnológicos que incrementarían los costos, o trabajar de forma complementaria para dar viabilidad a su uso de forma eficiente y responder con efectividad a los requerimientos del entorno.

Para la realización del proyecto hubo la necesidad de incorporar estrategias que contribuyeran a mejorar

la percepción de la organización del espacio. La mitad del área destinada para el campus es un terreno de montículos o elevaciones de tierra —*murundus*—, con necesidad de preservación. En la mitad restante existen edificios académicos con propiedades espaciales predominantes que crean límites y, al mismo tiempo, permeabilidad, reforzando la percepción espacial del conjunto.

El conjunto urbano o *campus* es compacto para minimizar los costos de implantación y enriquecer las escenas o ambientes propiciadas por las construcciones, respetando el entorno. La valorización de los vacíos mejora la calidad de vida de la comunidad de usuarios. Con esos elementos se crea un espacio seguro que permite la integración y cohesión social, asegurando la persistencia del sitio y la conservación del lugar y también la memoria y cultura, en una adecuada interpretación de la ideología de la Universidad de Brasilia (*Figura 11*).

En estos proyectos se siguió el siguiente procedimiento metodológico:

- APO: evaluación del desempeño físico/ambiental y de la satisfacción del usuario.
- RETROFIT: revitalizar y actualizar las construcciones para aumentar la vida útil y eficiencia del inmueble, a través de la incorporación de modernas tecnologías y materiales de calidad avanzada.
- ETIQUETAGEM: evaluación del nivel de eficiencia energética de edificios públicos, comerciales y de servicios. Proyecto aprobado por el Ministerio de Minas y Energía- Electrobras, por medio del Programa Nacional de Etiquetaje de Edificaciones, conjuntamente con el *Inmetro*.

Asimismo, el Laboratorio de sustentabilidad aplicada a la arquitectura y el urbanismo, ha realizado y proporcionado servicios de asistencia técnica en materia de diseño sustentable para los siguientes proyectos:

Hemocentro de Ceará. Proyecto preliminar de las siguientes instancias:

- Museo
- Biblioteca
- Sala para eventos

- Sala de capacitación
- Dormitorios

Hemocentro de Manaus (Figura 12)

- Análisis de la implantación
- Temperatura y humedad: parcela noreste registra altas temperaturas y baja humedad, por el exceso de materiales no permeables como asfalto y concreto.
- Ventilación: presencia de aire estancado entre los edificios.
- Estrategias bioclimáticas
- Verano con ventilación cruzada.
- Refrigeración artificial.
- Sombra en las aberturas.
- Evaluación ambiental integrada
- Inserción urbana.
- Inserción social.
- Identidad.
- Comunicación visual.
- Seguridad.
- Accesibilidad.
- Priorización del peatón.
- Humanización.
- Confort ambiental.
- Aprovechamiento de los recursos naturales.
- Revitalización de las áreas verdes.
- Optimización de los flujos.

Hemocentro de Brasilia, bajo los siguientes conceptos (*Figura 13*):

- Parasoles o celosías más esbeltos.
- Alfeizar interno para aumentar el área de ventana.
- Posibilidad de captación de la ventilación natural.
- Ventanas inferiores avanzadas con posibilidad de abertura.
- Ventanas superiores alineadas en la parte interna sin posibilidad de abertura.
- Materiales propuestos: vidrio 4 mm con cancelería y estructura de aluminio compuesto tipo *alucobond* en diferentes colores.



Figura 12. Proyecto del LaSUS del Hemocentro de Manaus, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

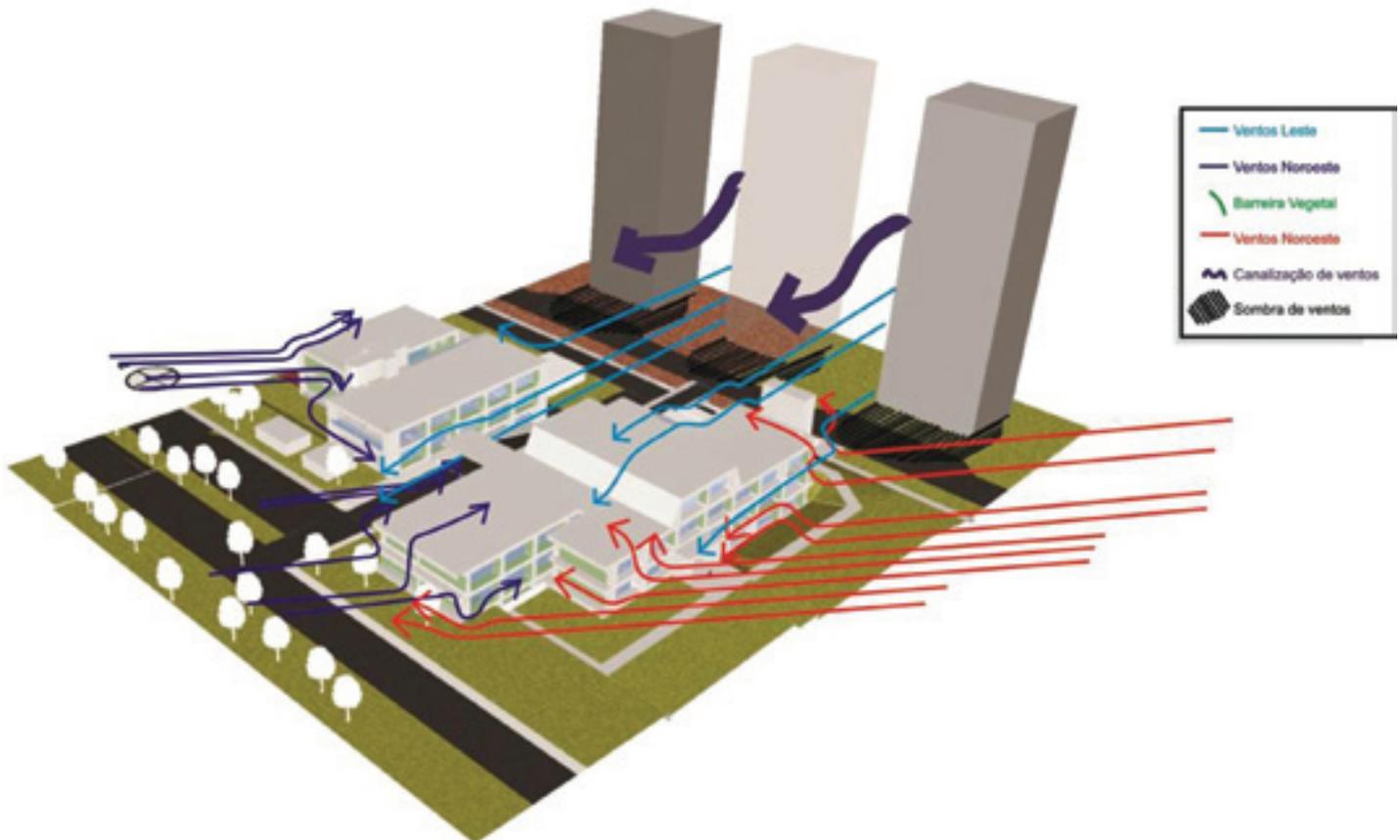


Figura 13. Proyecto del LaSUS del Hemocentro de Brasilia, Brasil (Marta Bustos Romero, 2014, *op. cit.*).

Mejores prácticas en movilidad urbana¹

La atención de los problemas urbanos, por lo general, no se enfocan en atender sus externalidades; esto es, atender aquellas situaciones en que ciertas actividades urbanas orientadas a ofrecer bienes o servicios a sectores de las sociedad afectan a otros, ya sea para mejorar o para empeorar, pasando a la sociedad en general algunos de sus costos o responsabilidades.

El tema de la movilidad urbana tiene un efecto importante en las ciudades ya que su problemática específica: deterioro ambiental, efectos negativos sobre la salud de las personas, accidentes, congestión, mala calidad del transporte público, poca regulación y coordinación institucional, entre otros aspectos, plantean retos a la sustentabilidad en nuestras ciudades (*Figura 1*). A continuación se abordan algunos de estos aspectos.

Deterioro ambiental. En México alrededor del 20% del total de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y causantes del calentamiento global provienen del sector transporte. Esta situación tiene graves efectos en la salud ya que más de 7 mil 600 personas mueren al año, es decir, 20 personas/día, debido a enfermedades relacionadas a la contaminación ambiental.

Transporte público de mala calidad. Los diferentes modos de transporte público que operan en México presentan alguna o varias de las siguientes deficiencias: Sobre oferta de unidades.

- Competencia por el pasaje y por el espacio.
- Exceso de rutas.
- Unidades de baja capacidad, incómodas, sucias e inseguras.
- Reglas poco claras y discrecionales en la prestación del servicio.
- Concesionarios o prestadores de servicios con poca estructura empresarial y de servicio y en general profesionalismo.
- Nula capacitación en los conductores y conciencia de que son prestadores de servicio.



Figura 1. Esquema. Principales retos del transporte urbano (Bernardo Baranda Sepúlveda, 2014, *op. cit.*).

Poca regulación y descoordinación institucional

- Poca o nula regulación gubernamental efectiva.
- Escasa coordinación institucional y territorial.
- Deficiente interconectividad y casi nula relación intermodal.

Dificultades y riesgos para los más vulnerables.

Los diferentes elementos del transporte, esto es: unidades, paraderos, estaciones, etc., no están pensados para las personas con capacidades diferentes y con restricciones en la movilidad. Así, mujeres embarazadas, niños, ancianos, personas con sobrepeso, analfabetas, o hablantes de alguna otra lengua y, por supuesto, los que padecen alguna discapacidad física o mental, tienen muchas dificultades para moverse en el transporte público.

Accidentes. Anualmente mueren 24 mil personas a causa de accidentes viales y más de 40 mil padecen alguna consecuencia negativa. Estos accidentes producen un gasto de 126 mil millones de pesos al año, lo que representa el 1.3% del PIB nacional.

Congestión. El tiempo promedio diario invertido en transportarse en la Zona Metropolitana del Valle de

¹ Relatoría basada en la presentación de Bernardo Baranda Sepúlveda, en el II Seminario de Hábitat Sustentable, 2014.

México es de alrededor de tres horas. Esto representa más de ocho años en la vida de una persona que llega a los setenta años. El costo anual en la Zona Metropolitana derivado de la congestión y accidentes ha sido estimado por la COMETRAVI² en más 7 mil millones de dólares.

Aumento en el uso y velocidad del automóvil. Ante el deterioro del servicio de transporte público muchas personas de estratos medios y altos se ven en la necesidad de utilizar el automóvil para su movilidad en la ciudad. A pesar de los esfuerzos para tratar de disminuir el uso del automóvil, esto no se ha logrado, por el contrario, cada día se incorporan más automóviles al parque vehicular de las ciudades, lo que trae consigo el agravamiento de los problemas anteriormente señalados y una disminución en la velocidad promedio de los automóviles en circulación (*Figura 2*).

Para atender esta problemática se plantean cuatro políticas clave de la movilidad sustentable: desarrollo urbano planeado; priorizar el transporte público de calidad; desalentar el uso del automóvil; y facilitar e impulsar el transporte no motorizado (TNM).

Desarrollo urbano planeado. La planificación del transporte no puede estar desligada de la planeación urbana, para ello se deben tomar en cuenta los siguientes principios:

- Integrar planeación del transporte y desarrollo urbano.
- Mezclar usos del suelo compatibles, creando espacios poli-funcionales, compactos y articulados donde la necesidad de transportarse se reduzca.
- Fomentar una densidad con vivienda mixta y no un crecimiento disperso horizontal hacia las periferias.
- Aumentar el atractivo de la ciudad.
- Reducir ruido y emisiones.
- Reducir espacio dedicado a la circulación de vehículos y al estacionamiento en vía pública.
- Adecuación de espacios de calle para caminar, usar la bicicleta y corredores de transporte público.

Algunos principios de movilidad para la vida urbana que deben manejarse de manera integral son (*Figura 3*):

- Compacta
- Densifica
- Transporta
- Conecta
- Mezcla
- Pedalea
- Cambia
- Camina

Proveer un transporte público de calidad

- Menor impacto al medio ambiente.
- Mejor uso del espacio urbano, lo que conlleva a una menor congestión.



Figura 2. Uso indiscriminado del automóvil y congestión vial en ciudad de México (Bernardo Baranda Sepúlveda, 2014, *op. cit.*).

² Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad en la que participan la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México.



Figura 3. Principios de movilidad sustentable (Bernardo Baranda Sepúlveda, 2014, *op. cit.*).

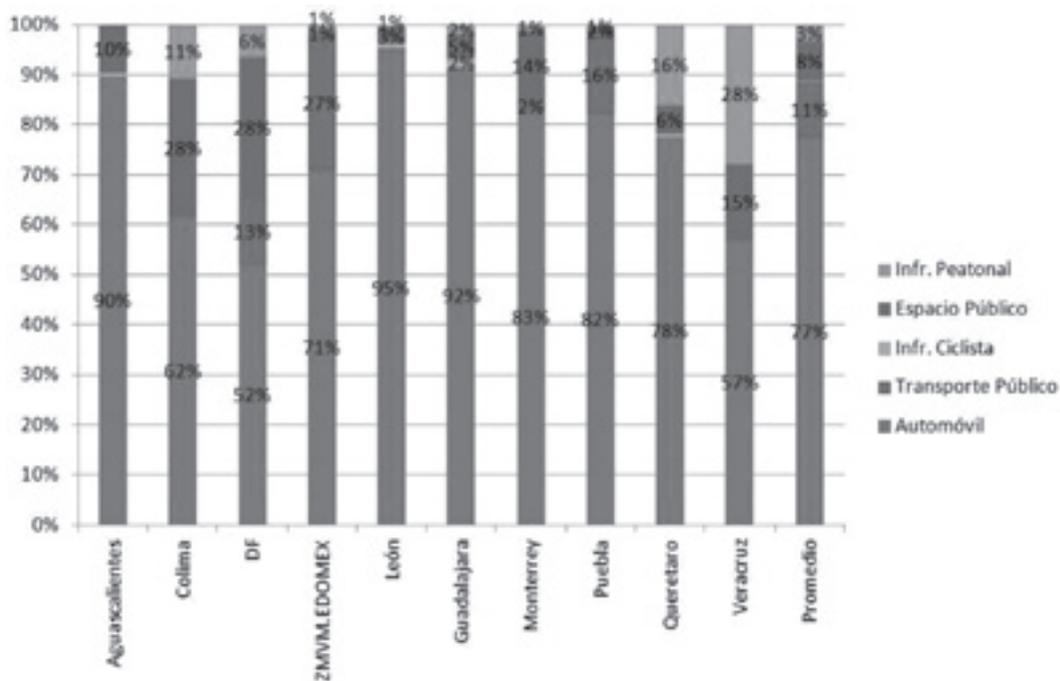


Figura 4. Gráfico de inversión federal de algunas ciudades mexicanas en transporte y accesibilidad (Bernardo Baranda Sepúlveda, 2014, *op. cit.*).



Figura 5. Movilidad sustentable. Prioridad al transporte público y al no motorizado. Ciclovia en ciudad de México (Bernardo Baranda Sepúlveda, 2014, *op. cit.*).

- Mayor equidad.
- Calidad en el transporte lo que significa: cobertura, rapidez, seguridad, disponibilidad y comodidad.

Inhibir el uso del automóvil. La movilidad en autos es poco sustentable y equitativa ya que beneficia sólo a un sector minoritario y, por lo general, privilegiado de la sociedad, y aporta un porcentaje muy alto de vehículos en movimiento. Esta situación disminuye la calidad de vida de los habitantes de las ciudades en términos ambientales, de eficiencia con el espacio y de equidad. El principio es internalizar las externalidades a los usuarios de esta modalidad con:

- Políticas de cobro y reducción de estacionamiento.
- Reducción de estacionamiento en edificios.
- Zonas 30, o de tráfico calmado.
- Funciona mejor con el principio de transferir los recursos derivados de esta “inhibición” del automóvil hacia formas de movilidad más sustentables.

Si nos atenemos a los montos de inversión aplicados en obras públicas orientadas a la infraestructura para los autos, en relación con lo invertido en modernizar

el transporte público y no motorizado, es claro que estamos construyendo ciudades para los autos y no para las personas (*Figura 4*).

Facilitar e impulsar el transporte no motorizado. Favorecer el caminar y el uso de la bicicleta no es un lujo o una moda, sino una inversión en la salud pública y equidad de las ciudades. Deben apoyarse todas las iniciativas del transporte no motorizado, en particular las orientadas a: peatones, ciclistas, niños, adultos mayores, discapacitados, etc. Con frecuencia, estos usuarios son minimizados u olvidados en el diseño y construcción de infraestructura urbana (*Figura 5*).

No debe perderse de vista que la calidad del espacio público y los sistemas de transporte público masivo, está directamente relacionada con la manera como las personas acceden y se movilizan a través de ellos.

Las políticas anteriormente señaladas podrían desarrollarse de manera integrada, asumiendo que la problemática de la movilidad sustentable no es, en esencia, un aspecto técnico ni económico, sino fundamentalmente un asunto de decisión política y de participación ciudadana.

Conservación y desarrollo de sitios sensibles: diagnóstico, propuestas y ejemplos de edificación sustentable¹

En julio de 2014 el Ministerio del Ambiente de Ecuador aprobó el Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Con esta política de gestión se reconoce a Galápagos como un socio-ecosistema. Esto implica que para lograr la conservación de la base natural es imprescindible un manejo integral de sus áreas protegidas, y a su vez de estas áreas con las zonas pobladas (urbanas y rurales), respetando la capacidad de los ecosistemas y su biodiversidad, contribuyendo en la recuperación de aquellos que han sido alterados, sobre todo por causas antropogénicas (especies invasoras, acuíferos contaminados, deterioro de hábitats, entre otros), de forma que se pueda garantizar la permanencia del ser humano en el largo plazo, así como su calidad de vida o buen vivir.²

Las islas Galápagos son únicas, un “laboratorio de la evolución”, por ello es muy importante su conservación a través de un desarrollo sustentable. El archipiélago de Galápagos está formado por 13 islas grandes de más de 10 km², 6 islas medianas entre 1 y 10 km² y 215 islotes pequeños. De todas estas islas, sólo 4 están pobladas. Según el censo de población 2010³ de Ecuador, Galápagos pasó de 18,640 habitantes en 2001 a 25,124 habitantes en 2010, es decir, un aumento de 6,484 habitantes, esta población creciente más el interés turístico hacen necesario plantear esquemas de desarrollo sustentable que, por un lado, protejan la enorme biodiversidad biológica y, por otro, permitan el desarrollo humano equilibrado e integrado.

A continuación se enlistan algunas de las problemáticas y acciones emprendidas en las islas Galápagos respecto a las edificaciones.

Problemática en el desarrollo y conservación de Galápagos

Galápagos como destino turístico. Esta actividad económica es muy importante ya que es generadora de recursos económicos, sin embargo, debe ser planteada desde el punto de vista sustentable para evitar impactos ambientales.

El desarrollo del hábitat construido y su conservación. La arquitectura local actual se caracteriza por su poca evolución y poca adaptación o respuesta al medio, no se utiliza la ventilación cruzada, protección solar o aislamiento de techumbres, la mayoría de proyectos turísticos son importados.

Escasa planificación, infraestructura urbana y efectivo control del desarrollo edilicio, lo cual provoca: a) gran dificultad para la excavación de fosas sépticas e infraestructura; distribución eléctrica y redes de agua debido al suelo de roca volcánica que caracteriza a las islas; b) limitados recursos pétreos en canteras autorizadas por el Parque Nacional, es decir, se tiene escasez de materiales locales; c) predominio de construcción de madera, material sujeto al ataque de termitas y hormigas y/o al uso de tratamientos tóxicos; d) en las edificaciones del parque nacional predominan techos sin incorporación de aislantes térmicos y sin favorecer colores claros, los techos más viejos son de fibrocemento con amianto; y e) se tienen edificaciones sin o con limitados aleros y sin selección de orientaciones favorables, que producen escasa protección solar.

Edificaciones del Parque Nacional Galápagos

Es importante realizar estudios para lograr que las edificaciones sean más sustentables y de esa forma generen los menos impactos posibles al medio ambiente, sin embargo, se tienen las siguientes limitaciones:

- Rápido crecimiento de tareas, actividades y empleados: el número de empleados pasó de 15 a 300 personas en 20 años.
- El personal del parque está constituido principalmente por biólogos, ecólogos, ingenieros ambientales y solamente una arquitecta.
- Escaso desarrollo planificado y necesidad de una

¹ Relatoría basada en la presentación de Silvia de Schiller y Martin Evans, en el

II Seminario de Hábitat Sustentable, 2014.

² Calvopiña, Mónica, et al (2015), Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el buen vivir: una herramienta innovadora que contribuye a la gestión integrada del archipiélago – Informe Galápagos 2013-2014. Galápagos Ecuador.

³ Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. Fascículo provincial Galápagos.

política ambiental para sus propias edificaciones. Actualmente existen alrededor de 100 edificaciones para oficinas, viviendas, puestos de control, centros de interpretación y crianza, etc.

- Baja prioridad de la situación edilicia en relación con la conservación del medio natural.

Conservación del hábitat natural y producción de hábitat construido

Las medidas que deben ser adoptadas para conservar el hábitat, ya sea natural o construido, son: a) propiciar la utilización de materiales locales, aprovechando la deconstrucción y reciclaje; b) aprovechar la disponibilidad de mano de obra local; c) transporte mínimo ya que es un sitio aislado; d) debido a las condiciones climáticas y ambientales es necesario prever un mantenimiento permanente; e) buscar la máxima calidad ambiental con mínimo impacto y menor costo (sustentabilidad), y f) gestionar la flexibilización de normas con criterios específicos.

Aeropuerto de Seymour, Baltra, Islas Galápagos

El proyecto del edificio para la Terminal del Aeropuerto de Baltra plantea una concepción arquitectónica comprometida con los criterios de sustentabilidad, contextualizada en la preocupación por minimizar el impacto ambiental, en desarrollar estrategias bioclimáticas, en optimizar el uso de energías renovables y en ofrecer un ámbito amigable con el usuario y el medio natural.

El aeropuerto es el principal medio de transporte tanto para residentes como para el turismo ecológico internacional. Se cuenta con hasta 10 vuelos diarios con una capacidad máxima de 2,000 pasajeros. Sólo operan tres líneas aéreas ecuatorianas con viajes desde Quito o Guayaquil. La operación del aeropuerto es únicamente diurna entre las 8:00 y las 12:00 horas. La isla de Baltra no cuenta con conexión a red eléctrica y carece de sistemas de abastecimiento de agua potable y drenaje; los combustibles fósiles son transportados

por barco. Es por ello que el diseño arquitectónico tenía que enfrentar muchos retos.

Diseño arquitectónico⁴

El edificio simboliza la entrada principal a las Islas Galápagos, con un perfil de característica regional desarrollado bajo un techo de morfología lineal, que unifica los distintos elementos y sectores del proyecto. La forma sencilla de la cubierta, con planos inclinados y sección constante, cubren y protegen los espacios interiores de la intensa radiación solar directa, mientras permiten el ingreso de luz y ventilación. La estructura liviana del techo contrasta con los muros macizos de piedra local.

Las fachadas también muestran la función que cumple cada orientación, expresadas con elementos opacos hacia el este y el oeste, y con elementos permeables a la ventilación y luz natural al norte y al sur. Los tres elementos constructivos diferenciados se observan a través de un techo liviano con estructura prefabricada e independiente, con una serie de muros macizos de piedra proveniente de las islas y fachadas livianas, que facilitan la organización de la obra y la secuencia constructiva. Las decisiones de diseño incorporan formas que expresan las estrategias bioclimáticas de acondicionamiento natural, con la inserción de patios interiores, la introducción de luz difusa y controlada, y ventilación natural a través de la cubierta. Las superficies interiores son de color muy claro, con el fin de lograr espacios luminosos de manera natural, favoreciendo el *comfort* visual y controlando el ingreso de calor (*Figura 1*).

Requisitos de sustentabilidad.

Pautas de diseño

- Optimizar luz natural y vistas al exterior.
- Captación del agua de lluvia, conservación y reciclaje para realizar un uso racional del agua.
- Protección solar en todas las fachadas y uso de techo sombrilla.
- Eliminar o reducir al máximo el uso de instalaciones especiales.
- Uso de energía solar (generación eléctrica fotovoltaica).

⁴ Evans, J. Martín, De Shiller, Silvia, Sartorio, Javier, *et al* (2011), Terminal del Aeropuerto de Baltra. Arquis la Huella de Carbono, Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina.



Figura 1. Proyecto del aeropuerto de Seymour, Baltra, Islas Galápagos (Silvia de Schiller y Martin Evans, 2014, *op. cit.*).

- Recuperar y preservar el paisaje natural.
- Diseño bioambiental para mantener temperaturas adecuadas al interior de los espacios. Temperaturas sin picos excesivos y promedios confortables todo el año: excelente potencial de control ambiental natural.
- Ventanas sin vidrios, únicamente con mosquiteros a fin de ponderar la ventilación natural.
- Uso de materiales locales de bajo impacto y calidad de aire interior.
- Conservación de la vegetación nativa en los exteriores.
- Restauración del paisaje natural.
- Accesibilidad universal (sin barreras arquitectónicas).

Sustentabilidad ecológica

- Minimizar impactos ambientales.
- Reducir uso de recursos no renovables.

Sustentabilidad económica

- Inversión rentable.

- Costos en relación con los beneficios.
- Costos en relación con los recursos económicos disponibles.

Sustentabilidad social

- Equidad entre sectores sociales.
- Beneficios para la sociedad en su conjunto.

Recursos de sustentabilidad

Cuatro factores fundamentales a integrar en el proyecto:

- Establecer objetivos y compromisos desde las etapas iniciales del proyecto.
- Definir pautas de diseño para orientar el desarrollo del proyecto.
- Aplicar conocimientos del equipo de diseño en los principios de acondicionamiento natural. Reducción de impactos ambientales y optimización de recursos.
- Proporcionar apoyo técnico junto al avance del proyecto.

Estrategia para los espacios verdes urbanos¹

Ante el crecimiento del espacio urbano y de la población, es necesario disponer de mayor cantidad de espacios verdes, sin embargo, aun cuando la ley mexicana en la materia tipifica que depende de las Secretarías de Medio Ambiente en las entidades federativas y de los municipios y/o delegaciones atender este requerimiento, en realidad no es así.

En todos los estados de la república se tienen definiciones y leyes ambientales, que la mayoría de las veces son similares pero no iguales. No obstante, es oportuno aclarar que la legislación sólo reglamenta cuestiones biológicas, ya que en ella se define que los espacios verdes sirven para la disminución del efecto

de la “isla de calor” y los niveles de contaminación en el aire, de la erosión de suelo, para la captación de agua pluvial y su infiltración a los mantos acuíferos, para mejorar la calidad de vida de los habitantes, amortiguar los niveles de ruido, generar oxígeno y como sitio de refugio, protección y alimentación a la fauna silvestre; aunque es pertinente señalar que en la mayoría de los casos no se cumplen estas funciones (*Figura 1*).

Los espacios verdes urbanos en México

Los espacios verdes urbanos pueden clasificarse de una manera general en las siguientes categorías: área verde, área verde urbana, áreas naturales protegidas y áreas de valor ambiental, a continuación se plantea su definición.

Área Verde. Con base en la Ley Ambiental del D.F., se define como toda superficie cubierta de vegetación, natural o inducida que se localice en el Distrito Federal.

¹ Relatoría basada en la presentación de Esperanza García López, en el II Seminario de Hábitat Sustentable, 2014.



Figura 1. Servicios ambientales y sociales de las áreas verdes urbanas (Esperanza García Lopez, 2014, *op. cit.*).



Figura 2. La vegetación influye en la disminución de las islas de calor, siempre y cuando amortigüe los cambios de temperatura (Esperanza García López, 2014, *op. cit.*).

Áreas verdes urbanas. Todas aquellas que se localicen en suelo urbano y estén delimitadas por programas de desarrollo urbano, ya sea delegacionales o municipales. Dentro de esta clasificación se encuentran:

- Los parques y jardines que pueden definirse como: áreas verdes o espacios abiertos ajardinados de uso público, ubicados dentro del suelo urbano o dentro de los límites administrativos de la zona urbana de los centros de población y poblados rurales en suelo de conservación, que contribuyen a mantener el equilibrio ecológico dentro de las demarcaciones en que se localizan, y que ofrecen fundamentalmente espacios recreativos para sus habitantes.
- Plazas ajardinadas o arboladas.
- Jardineras.
- Zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública.
- Alamedas y arboledas.
- Promontorios.
- Cerros.
- Colinas.

Área naturales protegidas. Son aquellas zonas sujetas a conservación ecológica como los parques establecidos en el Distrito Federal para su conservación, restauración y mejoramiento ambiental.

Área de valor ambiental. Aquellas que presentan vegetación más conservada o nativa de la zona. Aquí se ubican los bosques urbanos y las barrancas.



Figura 3. Vegetación con raíces fuertes (Esperanza García López, 2014, *op. cit.*).

Función

Las áreas verdes urbanas tienen un sinnúmero de funciones ambientales y sociales; sin embargo, no se puede hablar de sustentabilidad por la simple presencia de vegetación. A continuación se indican las características y condiciones que deben contener los espacios verdes urbanos para disminuir la isla de calor, la contaminación del aire y la erosión del suelo; además de facilitar la captación de agua, mejorar la calidad de vida y los niveles de ruido, generar oxígeno, entre otros.

Disminución de la isla de calor. Los espacios verdes urbanos pueden reducir el efecto de la isla de calor, cuando se tengan masas vegetales importantes que sean capaces de amortiguar los cambios de temperatura (*Figura 2*).

Disminución de la contaminación en el aire. Siempre y cuando la contaminación en el aire sea por partículas suspendidas, ya que este tipo de partículas pueden ser atrapadas por el follaje de los árboles. También los hidrocarburos pueden ser retenidos y el CO₂ puede ser reconvertido en O₂.

Disminución de la erosión del suelo. La vegetación puede ayudar a atender esta circunstancia del suelo, siempre y cuando las raíces estén lo suficientemente fuertes, esto significa plantas bien establecidas, bien plantadas y con mantenimiento (*Figura 3*).

Captación de agua y filtración a mantos freáticos. Las plantas urbanas pueden apoyar la captación de agua

siempre y cuando el sitio de plantación tenga una buena absorción y área de captación, ya que cuando las plantas están en suelos muy compactos se impide que el agua llegue a los mantos freáticos. También es importante evitar el diseño de macetas o jardineras que no tengan contacto con el suelo ya que no tienen permeabilidad al subsuelo.

Calidad de vida. Las áreas verdes urbanas pueden contribuir a mejorar la calidad de vida si la belleza escénica es impactante y la estética de los vegetales esté aprovechada con un buen diseño de paisaje, de tal manera que la sociedad tenga interacción con la masa vegetal.

Ruido. No todas las especies tienen el efecto de disminuir los niveles de ruido, ya que depende de su fronda, por tanto, para cumplir con esta función se requiere que la fronda de los árboles sea abundante y saludable.

Refugio, protección y alimentación de fauna. La fauna está estrechamente ligada con la flora, por lo cual si las plantas pertenecen a su ecosistema, entonces serán refugio y alimentación de la fauna propia.

Políticas

Las políticas sobre áreas urbanas por lo general se centran en la arborización de calles en zonas con casi nula vegetación; en la construcción de infraestructura y equipamiento para alentar el acceso masivo a bosques urbanos, en el desarrollo de proyectos de “enverdecimiento” de edificaciones, así como en mejorar en términos sociales y ordenar en términos ambientales el tejido urbano.

Ahora bien, con relación a si estas políticas son sustentables, se identifican dos grandes criterios generales para su evaluación: el primero de ellos se refiere al resguardo del patrimonio natural y el segundo a la valoración de los servicios ambientales que provean las áreas urbanas, referenciados, en todo momento, a la gama de beneficios ciudadanos y sociales para la sustentabilidad de la ciudad. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) tienen como meta que en las ciudades intermedias de los países en desarrollo se debe tener como índice mínimo

de arquitectura viva (AV) la cantidad de 9 m² por habitante. En el caso de la ciudad de México, con una superficie total de 3,228 km² (D.F. y zona conurbada), al 2012 se tenían 8.63 m² por habitante, lo cual representa un déficit, aunque no grave.

Estrategias

Para contar con áreas verdes sustentables, una buena política es crear, en las ciudades, un sistema de áreas verdes que permita plantear estrategias particulares considerando: su funcionalidad, accesibilidad, mantenimiento y presentación, gestión y atención, así como la legislación aplicable.

Funcionalidad. Se refiere a los objetivos que cada área verde urbana debe tener en el espacio urbano, y a partir de ello las estrategias que deben ser dirigidas a los servicios ambientales y sociales que provean. Para el caso de los servicios ambientales no debe perderse de vista lo referente al control del efecto de las islas de calor, a la disminución de la contaminación en el aire y de la erosión del suelo, a la captación de agua, a mejorar el paisaje urbano a escala de hábitat “inmediato o circundante”, al amortiguamiento en los niveles de ruido y en favorecer los microclimas de la ciudad.

Respecto a los servicios sociales, las estrategias deben considerar acciones que promuevan aspectos de recreación y esparcimiento, ética, cultura y educación ambiental, identidad de barrio, cohesión social e identidad colectiva, imagen de la ciudad, desarrollo equilibrado y armónico entre familias, la significación de los espacios y la estética a nivel de hábitat circundante y de ciudad “vivable”.

Accesibilidad. Para esta cualidad, representada por las conexiones tanto geográficas como características entre las relaciones nodales de parques y conectores en todos los niveles urbanos (metrópoli, barrio, etc.), debe procurarse una conectividad sistémica y una movilidad próxima (Figura 4).

Mantenimiento y preservación. En este apartado y para plantear un presupuesto que permita atender los objetivos de mantenimiento y preservación es necesario realizar: el diagnóstico preciso del sistema ecológico urbano y la revaloración, siembra

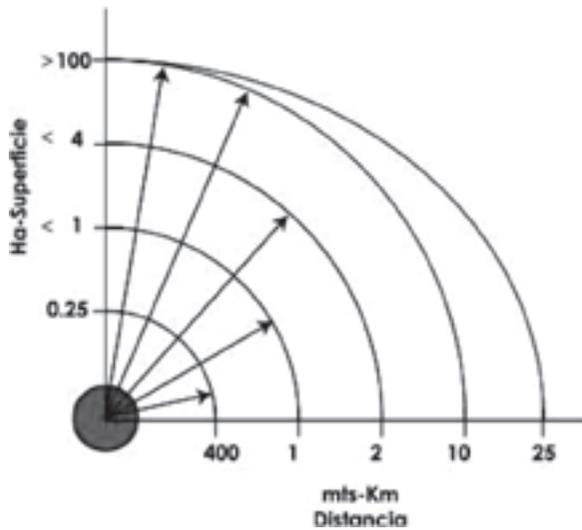


Figura 4. Accesibilidad a las áreas verdes (Esperanza García López, 2014, *op. cit.*).

y propagación de especies nativas. Por tanto, para realizar el diagnóstico preciso del sistema ecológico urbano, se requiere ubicar: dónde se sitúan las especies (lugar y análisis de viabilidad); si se localizan en grupos o aisladas, si son nativas o exóticas, si están vivas o muertas, además de identificar las condiciones fitosanitarias que presentan y los daños mecánicos o de mantenimiento. También debe registrarse cuándo fueron plantadas y cuál es su valor (histórico, patrimonial, social, ambiental, etc.), así como que tanto están presentes en el imaginario urbano de sus pobladores.

Ahora bien, la revaloración, siembra y propagación de especies nativas es de vital relevancia ya que las especies nativas no presentan tantas plagas ni enfermedades y se adecuan al clima y la precipitación por lo que el mantenimiento resulta mínimo. También proporcionan una imagen urbana distintiva y con personalidad, que conlleva identidad a los habitantes (Figura 5).



Figura 5. Especies nativas (Esperanza García López, 2014, *op. cit.*).

Gestión y atención. Para plantear estrategias que retomen estos aspectos, se requiere personal y equipo capacitado para atender las áreas de arquitectura viva (AV), responsabilidades claras y tipificadas, coordinación entre los diferentes órganos involucrados, realizar campañas sobre concientización, prejuicios y mitos, y desarrollar ejercicios de planeación y jerarquización de acciones con límites precisos.

Legislación. Para contar con tipologías de arquitectura viva (AV) bien definidas y con fundamento legal, deben promoverse reglamentaciones adecuadas a la zona que tengan concordancia federal entre ellas, así como generar leyes sobre arboricultura, capacitar y certificar al personal, dar seguimiento y penalizar a los gobiernos ineptos y negligentes en la materia, mayor fuerza al ejercer las leyes y menor corrupción para que las AV no sean sujeto de especulación y, finalmente, revalorizar los beneficios proveídos por las AV urbanas.

Proyecto Prometeo: innovación y desarrollo en Ecuador¹

El proyecto Prometeo, “viejos sabios”, es un programa impulsado por el gobierno de Ecuador que nace como una iniciativa promovida por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación con el objetivo de fortalecer los sectores estratégicos del país a través del desarrollo de las capacidades de investigación de las instituciones públicas y educativas. El proyecto busca fortalecer la investigación, la docencia y la transferencia de conocimientos en temas especializados, a través de la vinculación de investigadores extranjeros y ecuatorianos residentes en el exterior.²

Características generales del país

El Ecuador es un país sudamericano con una gran variación geográfica, climática y étnica e importantes reservas naturales y parques nacionales, entre ellos las Islas Galápagos y la Amazonía. Es un país con alta dependencia de energía no renovable y con un limitado desarrollo industrial, ya que según el balance energético nacional de 2013,³ el petróleo representó el 90% de la producción total de energía primaria; sin embargo, aproximadamente el 70% de la producción de crudo se exporta a mercados internacionales. El sector transporte destaca como el más demandante de energía (49%).

Política de cambio

Bajo este escenario el Ecuador busca la transformación de la matriz productiva, mediante la producción y exportación de tecnología avanzada y la generación de mano de obra calificada; modificar la matriz energética, por medio de la eficiencia energética y el uso de energías renovables; además del mejoramiento académico y la transformación académica con nuevas exigencias del perfil docente y el impulso a la investigación científica y al desarrollo tecnológico.

Proyecto Prometeo

El proyecto busca fortalecer las capacidades de investigación de las instituciones que hacen ciencia en el Ecuador y tiene como objetivo la incorporación de científicos de alto nivel, nacionales y extranjeros, para fomentar y fortalecer la ciencia, la innovación y la transferencia de tecnología en áreas estratégicas del país y plantea como requisitos a los postulantes:

- Haber liderado o participado en proyectos de investigación científica.
- Tener PHD en áreas de ciencia.
- Publicaciones en revistas indexadas.
- Reconocimientos por trabajo científico.
- Residir fuera del Ecuador al aplicar.

Las actividades que el proyecto requiere sean realizadas por los investigadores participantes se refieren a:

- Apoyar equipos nacionales en el diseño, evaluación y desarrollo de proyectos de investigación.
- Impartir docencia de grado y posgrado, y participar activamente en conferencias, talleres, mesas de trabajo y otras actividades académicas.
- Capacitar en nuevos procedimientos y técnicas.
- Establecer redes académicas.
- Apoyar al desarrollo de políticas públicas.

Prometeo también contempla estadías, de cuatro hasta doce meses en Institutos Nacionales de Investigación, Universidades, Escuelas Politécnicas y en diversas entidades del sector público que generan ciencia en el Ecuador.

Vinculación académica

Se ha establecido un vínculo entre la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Central del Ecuador a través de distintos programas y proyectos de investigación referidos a:

- Islas de calor en la ciudad de Quito.
- Diseño bioambiental en distintas regiones del Ecuador.
- Capacitación y docencia.
- Apoyo al desarrollo de políticas públicas.

¹ Relatoría basada en la presentación de John Martin Evans y Silvia de Schiller, en el II Seminario de Hábitat Sustentable, 2014.

² Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Prometeo. <http://prometeo.educacionsuperior.gob.ec/la-institucion/>

³ Balance Energético Nacional 2013 (año base 2012). Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, Ecuador.

De manera especial se han establecido vínculos con la Dirección del Parque Nacional Galápagos para realizar asesoramiento en diseño bioambiental y mejoramiento de 100 edificios existentes en distintas islas. Así también, se ha realizado la promoción de edificación sustentable en el parque y se participó en proyecto del aeropuerto del Parque Nacional Galápagos.

Conclusiones

El especial contexto cultural, energético, tecnológico, climático y geográfico del Ecuador requiere nuevas respuestas regionales para lograr una transformación en la forma en que se consume la energía a nivel nacional, y así reducir la alta dependencia que se tiene en las energías fósiles y propiciar el mejoramiento de la calidad de vida de importantes sectores de la población en el marco de la Política Nacional para el “Buen vivir”.

Bibliografía relatoría

- Baranda Sepúlveda, Bernardo, (2014), “Mejores prácticas en movilidad urbana”, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Bustos Romero, Marta, (2014), “Hábitat sustentable, una cuestión urbana”, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- García López, Esperanza, (2014), “Estrategia para los espacios verdes urbanos”, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Martín Evans John y De Schiller, Silvia, (2014), “Presentación de Programa de Posgrado “Proyecto Prometeo: innovación en educación e investigación, Quito, Ecuador”, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- — — — (2014), “Presentación de Conservación y Desarrollo en sitios sensibles: diagnóstico, propuestas y ejemplos de Edificación Sustentable”, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.
- Salas Espíndola, Hermilo, (2014), “Contradicciones entre las políticas públicas en la sustentabilidad”, en Memoria Digital del Seminario Hábitat Sustentable. Estrategias y proyectos en diferentes ámbitos del mundo, Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo y Departamento de Medio Ambiente, UAM-Azc., México, D. F.

Índice autores

Sergio Padilla Galicia (Ciudad de México)

Ingeniero Arquitecto por el Instituto Politécnico Nacional. Es maestro y doctor en Urbanismo por la Universidad Nacional Autónoma de México y especialista en Ordenación del Territorio, por la Universidad Politécnica de Madrid, España.

De 1978 a 1981 fue integrante del equipo técnico de la Secretaría de Asentamientos Humanos (SAHOP) en el área de equipamiento y desarrollo urbano. Desde 1982 se ha desempeñado como consultor y profesional independiente o asociado con diversas empresas especializadas, dirigiendo diversos estudios y planes de desarrollo urbano, proyectos arquitectónicos y gestión de proyectos inmobiliarios.

De 1983 a 1989 fue profesor en el área de urbanismo en la Facultad de Arquitectura de la UNAM y desempeñó el cargo de Coordinador de la Maestría en Urbanismo de la UNAM. Actualmente es Profesor-Investigador en la División de Ciencias y Artes para el Diseño (CYAD), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco y realiza actividades de docencia e investigación en temas de morfología urbana, análisis urbanístico, planeación y diseño urbano en México y en el ámbito internacional. Ha desempeñado en la UAM-Azcapotzalco diversos cargos académicos: Coordinador de la Maestría en Planeación Metropolitana, Coordinador de Investigación de CYAD, Coordinador de la Licenciatura en Arquitectura y Jefe del Área de Investigación Arquitectura y Urbanismo Internacional. Actualmente coordina los programas de Investigación "Morfogénesis y transformaciones urbanas" y "Tendencias en el urbanismo internacional" (aau.azc.uam.mx).

Ha dirigido numerosos proyectos terminales de licenciatura, especialización y maestría en temas relacionados con: planeación urbana, proyectos urbanos y arquitectónicos. También ha coordinado seminarios y talleres internacionales en la materia, y profesor visitante a nivel posgrado en universidades de México, Alemania y Colombia.

Es Coordinador General del Seminario de Urbanismo Internacional (SUI) y de la Red de Especialistas en Urbanismo Internacional, Red URBANINT.

Coautor del libro: *Die informelle Moderne. Spontanes Bauen in México-Stadt*, publicado por la Universidad de Stuttgart, Alemania (2002) y compilador de los libros: *Urbanismo informal* (2009), *6 Ciudades Mexicanas* (2011) y *Hábitat sustentable* (2012) publicados por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Ha escrito artículos y ensayos publicados en revistas especializadas de México, Alemania, Italia y Colombia. Ha participado en coloquios y eventos como ponente y conferencista.

Elizabeth Espinosa Dorantes (Ciudad de México)

Arquitecta, Maestra y Doctora en Urbanismo por la UNAM. Especialista en Composición Urbana por la Universidad Politécnica de Bucarest, Rumania. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Ha participado en diversos proyectos de investigación como son: "Urban Design Qualities in Mexican Low Income Housing" (2000); "Elementos para el estudio de la imagen urbana" (1997); "Ciudades en Expansión y Transformación" (1991), y "Habitat and Health in popular Settlements" (1990-1991). En los últimos años, ha enfocado sus estudios en los procesos de urbanización informal en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en particular, a los antecedentes, evolución, tendencia y la escasez de información cuantitativa de este fenómeno. Autora del libro *La imagen urbana de asentamientos populares en la ciudad de México*, editado por el Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Actualmente es profesora e investigadora del Departamento de Evaluación del Diseño en el Tiempo, en el Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Jorge Alfonso López Álvarez

Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, de 1985 a 1996 arquitecto asesor de la Dirección General de Patrimonio de la Junta de Extremadura, miembro, en calidad de Asesor, del Consorcio de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida desde 1997.

Arquitecto Municipal del Conjunto Histórico-Artístico de Zafra. 1988-1994, Representante del COADE en la Comisión Provincial de Patrimonio Histórico de Badajoz 2005-2007. Miembro de Consejo de Administración de la Inmobiliaria Municipal de Badajoz (A-06006811) desde 1997. Consultor de la Inmobiliaria Urvicasa (A-10014371) para la contratación de obras desde el año 1998 y Asesor de los Consejos de Administración de las Sociedades: Zambujeira Golf S.L. (B-06519565) y de Despovoados Zambujeira S.C (G-06536619).

Ha ganado diversos premios entre los que destaca el Premio "Dionisio Hernández Gil" de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico Español 2009, concedido por el COADE, a la obra de Recuperación de las Antiguas Casas Consistoriales de Badajoz.

Gloria María Castorena Espinosa

Arquitecta por la Universidad Nacional Autónoma de México, obteniendo Mención Honorífica. De 1991 a 1992 estudió la Especialización en Diseño Ambiental en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, obteniendo Mención Honorífica. Maestra en Diseño por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Actualmente cursa el doctorado en Diseño.

De 1994 a 1997 fue Directora de Desarrollo Urbano y Obras Públicas en el Municipio de Tepotzotlán, Estado de México y en 2004 participó como asesora en el mismo organismo. Como arquitecta, desde 1984, ha participado en diversos proyectos arquitectónicos de casa habitación y proyectos urbanos.

Es profesora desde 1988 en el Departamento de Medio Ambiente de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Actualmente es jefa del Área de Arquitectura Bioclimática del mismo departamento.

En 2011 se hizo acreedora al Premio a la Investigación 2011 en el Área de Ciencias y Artes para el Diseño, instituido por la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana, por el proyecto de investigación "Futuros Alternativos para Tepotzotlán".

Es miembro activo y asesora de organizaciones civiles y gremiales, tales como: Asociación Civil Ecologista (ACET), Asociación Nacional de Energía Solar y Red Nacional de Arquitectura Bioclimática.

Entre sus exposiciones destacan: "Luis Barragán y las Casbahs", presentada en la Casa Museo Luis Barragán, Galería del Tiempo UAM-Azc., y Universidad Autónoma de Nuevo León; "Tepotzotlán Pasado y Presente", presentada en el Museo Nacional del Virreinato en Tepotzotlán, Estado de México. Ha publicado artículos de investigaciones de temas de arquitectura bioclimática en revistas especializadas. Es coautora de las publicaciones "Introducción a la Arquitectura Bioclimática" y "Futuros alternativos para Tepotzotlán".

Aníbal Figueroa Castrejón

De 1976 a 1980 cursó estudios de Arquitectura en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. En 1983 obtiene el grado de Maestría en Diseño Arquitectónico en la Universidad de Texas, Austin y, posteriormente, como becario de la OEA, la Maestría en Estudios Energéticos por la misma Universidad (1985). En 2003 obtiene el grado de Doctor en Ciencias por la Universidad La Salle, México.

Como arquitecto colaboró en la oficina del Arquitecto Ricardo Legorreta (1980-1982). Desde 1982 a la fecha, ha participado en proyectos arquitectónicos —individuales y asociado— de casas habitación, monumentos, jardines y proyectos urbanos.

Es profesor de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco desde 1979 en el Departamento de Medio Ambiente. Fundó y ha desarrollado el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática de la UAM-Azc. Ganador, junto con ocho investigadores de la UAM del Premio Nacional de Ahorro de Energía 1994. Ha participado en diversas comisiones y desempeñado cargos de gestión académica. Acreedor al Premio a la Investigación 2011 en el Área de Ciencias y Artes para el Diseño, instituido por la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana, por el proyecto de investigación "Futuros Alternativos para Tepotzotlán".

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Ha publicado los siguientes libros: "La Vivienda y su Contexto Bioclimático" (UAM, 1988), "El Arte de Ver con Inocencia, Pláticas con Luis Barragán" (UAM, 1989), "Criterios de Adecuación Bioclimática en la Arquitectura" (en colaboración con V. Fuentes, IMSS, 1990), "México: Nueva Arquitectura" (en colaboración con A. Toca, G. Gili, 1991), "Biografía de un Edificio" (en colaboración con V. Fuentes, UAM, 1992) y participó en "Introducción a la Arquitectura Bioclimática" (Limusa-UAM, 2002); además de numerosos artículos en revistas de México, Estados Unidos, Brasil, Argentina, España, Japón, Puerto Rico y Colombia.

Víctor Armando Fuentes Freixanet

Arquitecto por la Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Acatlán. Estudios de actualización en Planificación y Medio Ambiente a través de la Organización de Estados Americanos de la ONU, en Venezuela.

Especialista en Diseño Ambiental (Área de Arquitectura Bioclimática) por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Maestro y Doctor en Diseño, Línea en Arquitectura Bioclimática, por la Universidad Autónoma Metropolitana.

De 1982 a 1984 fue profesor en la UNAM, ENEP-Acatlán. Desde 1984 es profesor - investigador titular del Departamento de Medio Ambiente para el Diseño de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Ha vinculado la actividad universitaria con la actividad profesional, realizando sobre todo proyectos de obra pública y de interés social. Entre los proyectos arquitectónicos más importantes desarrollados están: El Edificio de Laboratorios y Talleres de Diseño, de la UAM-Azc. y el Edificio de Servicios de Cómputo y Sistemas Escolares de la UAM-Azc. Además de ser asesor y consultor privado en el área de diseño bioclimático.

Entre sus premios y distinciones obtuvo Mención Honorífica en el Premio Nacional del "Medio Ambiente" SERFIN, en 1986, y el Primer Lugar Nacional del premio de "Ahorro de Energía", Comisión Federal de Electricidad (FIDE) en 1994, junto con el grupo de Ahorro de Energía de la UAM-Azc. Premio a la docencia 2009, UAM-Azcapotzalco. Ha participado en múltiples congresos nacionales e internacionales.

Como resultado de sus investigaciones en temas de arquitectura bioclimática tiene numerosas publicaciones de artículos y libros especializados.

Xristos Vassis

Arquitecto por la Universidad de Tesalia – Volos, Grecia. Maestro en Proyectos para el Desarrollo Urbano por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México.

Desarrolla su actividad docente en la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco impartiendo temas relacionados con el análisis arquitectónico urbano y diseño arquitectónico.

Ha colaborado en proyectos de investigación con el gobierno del estado de Tabasco y con el gobierno del Distrito Federal. Con la UNAM ha realizando investigaciones en temas de seguridad y espacio público para un componente de investigación complementario del "Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal". Ha sido conferencista en temas de: movilidad sustentable, espacios públicos y mejoramiento de imagen urbana. Ha coordinado congresos y coloquios de carácter académico como el "Taller internacional de Arquitectura y Urbanismo", en la Universidad Iberoamericana y en el "Changing Landscapes. Mediterranean Sensitive Areas Design".

John Martin Evans

Profesor de Arquitectura, especializado en eficiencia energética y diseño ambiental en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, desde 1984. Director del Centro de Investigación Hábitat y Energía y del Laboratorio de Estudios del Medio Ambiente.

Es profesor de los cursos de posgrado, maestría y doctorado, y dirige tesis en universidades de México, Ecuador, Chile, Panamá, España, Reino Unido y varias universidades de Argentina.

Ha realizado servicios de asesoramiento técnico relacionados con la eficiencia energética, las energías renovables y las condiciones ambientales en proyectos de arquitectura en Europa, Asia, África y América Latina. Junto con la Dra. Silvia de Schiller, fue galardonado con los premios a la investigación en arquitectura, SICyT- FADU-UBA 1994, Vitruvio 2003, y el "Pionero en Energía Renovable" premio de Wren, la Red Mundial de Energía Renovable, así como premios en concursos internacionales de arquitectura en España y China.

Ha dirigido proyectos de investigación financiados por la Universidad de Buenos Aires, y escrito numerosas publicaciones. Ha sido ponente e invitado en diversas conferencias internacionales.

Luis Carlos Herrera Sosa

Arquitecto por la Escuela de Arquitectura de Chihuahua en 1988. Maestría en Arquitectura Bioclimática por la Escuela de Arquitectura de América Latina y el Caribe "ISTHMUS" y la Universidad de Colima, México en el 2001. Grado de Doctor en Arquitectura en la Universidad de Colima, dentro del Programa Interinstitucional en Arquitectura (PIDA). Profesor de Taller de composición, Medio Ambiente y Arquitectura durante 15 años en el Instituto Superior de Arquitectura y diseño de Chihuahua. Profesor invitado en Colombia, Panamá y México.

Fundador y director de la Escuela de Arquitectura y Diseño de América Latina y el Caribe "ISTHMUS-NORTE", en el estado de Chihuahua.

Silvia de Schiller

Arquitecta por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Doctora en Diseño Urbano, PhD otorgado por Oxford Brookes University, Reino Unido, con la tesis: "Sustainable Urban Form: environment and climate responsive design", Joint Centre for Urban Design, School of the Built Environment.

Becada por el Programa Alfa-Ibis/FADU de doctorado para investigadores senior entre universidades europeas y latinoamericanas. Becada por el Gobierno de los Países Bajos. Tiene un Posgrado en Planeamiento Urbano, Sociedad Argentina de Planificación.

Becada por la SAP, Buenos Aires. A la fecha es Co-Directora del Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE). Como docente es profesora asociada con la Cátedra Evans – de Schiller, en la materia de introducción a la arquitectura solar.

Ha formado parte de numerosos seminarios de posgrado y especialización alrededor del mundo, así como tutora de diversos becarios, pasantes, tesis de maestría y doctorado.

Autora de los libros "Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, J. M. Evans y S. de Schiller", EUDEBA, Buenos Aires, 3 ediciones a 1995, y "Ambiente y Ciudad". Evans, de Schiller, Casablanca, Fernández, Murillo, Serie Difusión N°15 SICyT-FADU, Buenos Aires, ISBN 0328-2252.

■
Hábitat Sustentable II, se terminó
de imprimir en diciembre de 2015.

La producción y cuidado de la edición
estuvo a cargo de Andrés Mario Ramírez Cuevas
y Ana María Hernández López.

Se utilizó papel couché de 135 grms.,
formateo digital con tipografías: Caslon Pro
y Helvetica Neue.

La edición fue de 500 ejemplares.



Universidad
Autónoma
Metropolitana 
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

