

LA SOSTENIBILIDAD, UN RETO GLOBAL INELUDIBLE

(SUSTAINABILITY, AN INESCAPABLE GLOBAL CHALLENGE)

A. Lamela, Dr. Arquitecto

Fecha de recepción: 18-XII-05

ESPAÑA

113-74

RESUMEN

*Al hablar de Desarrollo Sostenible, para estimular la memoria y reforzar nuestras convicciones, conviene hacer unos recordatorios previos. Si partimos de una consideración planetaria de todas las cuestiones que afectan al ser humano y sus Sociedades, resulta imprescindible la creación de un adecuado marco de **cooperación**, de dimensiones globales, para romper las “**asimetrías mundiales**”. Es fundamental que el progreso general de la Humanidad sea armónico, con un “**desarrollo positivo y sostenible**”, entendiendo por Desarrollo Sostenible aquel que satisface las necesidades del presente, sin crear problemas medioambientales, y sin comprometer las demandas de las futuras generaciones.*

Ello implica un conocimiento intrínseco, profundo e integral de nuestra Tierra, con sus componentes marinos, biosfera y atmósfera. Y no sólo ésta, en sí misma, sino también su entorno más próximo: el Sistema Solar, nuestra Galaxia y el Cosmos, especialmente el más inmediato. Es evidente que el resto del Universo puede ser una fuente inagotable de enseñanzas y riquezas de todo tipo, incluso materiales. Constituye una puerta abierta con perspectivas imprevisibles, tal y como ya se está vislumbrando.

*Para conseguir el Desarrollo Sostenible ambicionado, éste debe ser un **objetivo común mundial**, consecuencia del actual fenómeno de la globalización existente. Afortunadamente, existe, cada vez más, una concienciación general del problema y una creciente presión social para que se tomen las medidas oportunas. Por otro lado, imprescindiblemente, se necesita “**instrumentalia**”: instrumentos intelectuales, cognoscitivos, seguidos de instrumentos ejecutivos y materiales, que deben ser aceptados políticamente por los responsables correspondientes. A través de ellos, el conocimiento científico y riguroso puede evitar sorpresas e improvisaciones, aminorando las situaciones desfavorables, lográndose también una anticipación y previsión ante problemáticas futuras.*

Como nunca antes en la historia humana, el destino común de nuestra especie nos impulsa a buscar un “nuevo comienzo” en nuestras ambiciones y actividades.

SUMMARY

*When addressing the issue of Sustainable Development, a few prior remarks are in order by way of reminders, to stimulate memory and reinforce convictions. It may be inferred, from a planetary view of all the questions that affect human beings and their Societies, that the creation of an appropriate framework for **cooperation** must be generated on a global scale to eliminate “**world-wide asymmetries**”. Overall human progress must be harmonious, in keeping with “**positive sustainable development**”, where Sustainable Development is defined to mean the ability to meet present needs without creating environmental stress or compromising the ability of future generations to meet theirs.*

This involves an intrinsic, in-depth and comprehensive understanding of our Earth and its marine, biospheric and atmospheric components; and not only the planet itself, but also its surrounding environment: the Solar System, our Galaxy and the most immediate Cosmos. The rest of the Universe can obviously be an unending source of all manner of teachings and wealth, even material wealth. If a first glimpse is any indication, it is a door open to infinite promise.

*Sustainable Development can only be achieved if it is a **world-wide objective**, the result of the present trend toward globalization. Fortunately, awareness of the problem is growing and with it social pressure to take the necessary measures. In this regard, a “**tool chest**” is needed: intellectual and cognitive as well as executive and material tools that must be politically accepted by the respective policy makers. Through them, rigorous scientific knowledge can be a safeguard against surprises and improvisation, lessening unfavourable situations and making it possible to anticipate and foresee future problems.*

As never before in human history, the common destiny of the human species drives us to seek a “new beginning” for our ambitions and activities.

El progreso humano requiere un cambio de mentalidad y de corazón, así como un nuevo sentido de interdependencia global y corresponsabilidad universal, con apreciación holística¹. Es preciso desarrollar, con imaginación, una novedosa visión de “vida sostenible”, de forma simultánea a niveles local, nacional, regional y mundial.

Todos tenemos un gran papel que cumplir en ello, de manera individual y colectiva, para estimular un liderazgo creativo. La alianza entre todos es esencial para lograr la gobernabilidad humana efectiva, de ámbito terráqueo, para construir esa “Comunidad Global Sostenible” que todos ambicionamos, a través de procedimientos, medios e instrumentos legalmente vinculantes, a nivel mundial. Estos nos ayudarán a defender, lo mejor posible, el medioambiente y a alcanzar esa ambicionada sostenibilidad real.

La aparente contradicción entre progreso y respeto al medioambiente sugiere un enfrentamiento entre los conceptos desarrollo y sostenibilidad. La situación global actual de devastación medioambiental, el agotamiento de algunos recursos, el vertiginoso aumento de la población mundial general con una tasa de crecimiento del 1,2%, la injusticia y los desequilibrios económicos, entre otros factores, influyen de manera desfavorable en la sostenibilidad de nuestro desarrollo humano, desde una contemplación mundial. La Arquitectura, el Urbanismo y el Ordenamiento Territorial son consecuencia de las demandas sociales y de la organización socio-económico-política de la Sociedad Humana, por lo que también cada una de ellas debe contribuir al Desarrollo Sostenible, en dimensión local o nacional y, siempre, bajo una dependencia mundial.

Human progress is in need of a change of mentality and of heart, as well as a new sense of global interdependence and holistically perceived universal co-responsibility. With some imagination, a new vision of “sustainable life” can be simultaneously drawn at the local, national, regional and world-wide levels.

We all have an important role to play in that regard, both individually and collectively, to inspire creative leadership. A universal alliance is essential to achieving the effective and planetary human governability required to build the “Sustainable Global Community” to which we all aspire, through legally binding world-wide procedures, resources and tools. Such tools will help us defend the environment as far as possible and attain genuine sustainability.

The apparent contradiction between progress and respect for the environment suggests a confrontation between the concepts of development and sustainability. Today's global situation of environmental devastation, depletion of certain resources, reckless world population growth at a rate of 1.2% per year, injustice and economic imbalance, among other factors, have an adverse effect on the sustainability of human development from a world-wide perspective. Architecture and Urban and Territorial Planning are consequences of social demands and the socio-economic and political organization of Human Society and as such should contribute to the local or national dimension of Sustainable Development, always in keeping with a world-wide vision.

1. CONDICIONES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Es preciso crear dichas condiciones desde un punto de vista tanto preventivo como correctivo:

A. Integridad ecológica

- Proteger y restaurar la integridad de los “sistemas ecológicos” de la Tierra, especialmente la diversidad biológica y todos los procesos naturales espontáneos que sustentan la vida.
- Evitar los daños medioambientales.
- Adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que protejan la recuperación de la Tierra, sin que deterioren los derechos humanos y el bienestar comunitario: reutilización y reciclaje de materiales, además de la búsqueda de la máxima eficiencia energética.
- Impulsar y gestionar la “sostenibilidad ecológica”, procurando la cooperación internacional científica y técnica.

B. Medidas de intervención

- Potenciar el uso de verdaderas alternativas energéticas renovables y no contaminantes, como la eólica, hidráulica,

ca, biomasa, solar térmica y fotovoltaica, etc., a pesar de sus limitaciones e interferencias. Por otro lado, hay que obtener el máximo aprovechamiento de las energías activas naturales y climáticas, como también el de las pasivas de esos mismos elementos, materiales de construcción y sistemas constructivos. Es muy importante el reciclaje de los residuos, así como el aprovechamiento energético de los restos con presencia biológica, proceso que puede tener, además, aplicaciones complementarias paisajísticas, ya sean correctoras o creativas, tanto en ámbitos territoriales como urbanos. Debemos propulsar que la *Urbanística* y la *Arquitectura* cumplan su condición de encontrar respuestas bioclimáticas, así como las de bajo consumo energético cuando están relacionadas con energías convencionales y agotables.

- Utilizar instrumentos geoísticos como verdaderos Planes de Ordenamiento Territorial, haciendo los correspondientes *balances socio-territoriales integrales*.

2. LAS TÉCNICAS AVANZADAS Y EL MEDIOAMBIENTE

En la consideración de la influencia que tiene el contenido tecnológico en el medioambiente, tengo que afirmar

⁽¹⁾ Holismo: doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

que es completamente falso el creer que el desarrollo técnico vaya contra la Naturaleza y el Medioambiente, y sea perturbador de la Ecología. Sin embargo, debo admitir que existe un deterioro moral en nuestra actual civilización y ello sí constituye una verdadera amenaza. Es la crisis de una civilización que dispone de cuanto desea, excepto de la capacidad de desear lo que de veras necesita. Dispone de bienes y energía, aunque no lo suficiente para seguir despilfarrando, extorsionando y envenenando su medio ambiente más inmediato y el planetario. Es imprescindible la relación ecológica y moral del ser humano y su entorno, a nivel geográfico, con visión cósmica.

Nuestra conciencia de la buena conservación del Medioambiente ha aumentado. El ahorro de recursos es más necesario que nunca, y estamos cada vez más de acuerdo con ello. La técnica de sistemas domóticos e inmóticos, indudablemente, constituye uno de los medios más eficaces con los que contribuir al ahorro de energía. Se puede lograr con la combinación inteligente de calefacción, recuperación de calor, ventilación y aireación, y, más aún, si la conexión es de fuentes renovables de energía: sol, agua, viento.

Tenemos la obligación de aspirar a lograr construcciones arquitectónicas de alta eficiencia energética, con el uso más adecuado y el menor consumo racional de las energías utilizadas, ya que, si se sabe actuar, el ahorro energético puede llegar a ser del orden del 60% con respecto al de las soluciones convencionales. Es imprescindible el previo balance de las necesidades energéticas estimadas y reales del edificio, para definir los adecuados sistemas, técnicas y materiales a emplear, partiendo siempre de la supuesta *energía estática inicial* de la construcción. Los inevitables y supuestos gastos adicionales que es preciso aplicar para conseguirlo suelen ser, entonces, altamente rentables y compensatorios. Es invertir a presente y futuro.

Hemos superado, con creces, la capacidad planetaria de renovación de recursos, de asimilación y reciclaje de residuos, de manera espontánea.

Según los datos más fiables², la temperatura de la tierra entre 1000 y 1900 llegó a descender unos 0,2 °C y, entre 1900 y 2000 ésta subió unos 0,8 °C debido a las acciones del Hombre, y algunas simulaciones predicen que para el año 2100 la temperatura global crecerá entre 1,4 y 5,8 °C. El Consejo Europeo ha especificado el objetivo de que el incremento de la temperatura del planeta no supere los 2 °C. El tamaño del agujero en la capa de ozono, cuya superficie se considera ahora inferior a la de los últimos años, puede ser el principal responsable de este incremento. Dicho esto, los últimos datos climatológicos de Europa muestran un ligero descenso en las temperaturas medias, aunque no está claro si es debido a las medidas tomadas por la UE sobre la limitación de gases contaminantes desde hace unos años.

Sin embargo, ante este panorama desalentador, debemos recordar que reducir el consumo de energía no significa reducir la calidad de vida. Gracias a la aplicación de las técnicas a nuestro alcance, y con estrategias medioambientales de las que citaremos algunas referencias, se puede contribuir a un aceptable Desarrollo Sostenible.

Un ejemplo esperanzador relacionado con las emisiones de gases contaminantes, proviene del Instituto Geológico y Minero de España que en junio del año pasado organizó una jornada técnica sobre la captura, el almacenamiento y la reutilización del CO₂. Se está apostando para incentivar la inyección de CO₂ en el subsuelo para su adecuado manejo posterior. Evidentemente, en el conjunto del almacenaje subterráneo del CO₂ existe la fase previa de su captación, que supone aproximadamente el 80% del coste total, al que hay que añadir el 20% restante derivado de la inyección. Se espera que esto sea una realidad antes de 15 años.

Las inyecciones de CO₂ en acuíferos salinos ya constituyen una técnica contrastada, con buenos resultados, y es comparable a la de hidrocarburos. En el mundo hay gran cantidad de cuencas sedimentarias apropiadas para ello. Lo ideal es inyectarlo en estado líquido y en profundidades del orden de los mil metros.

La inyección en capas de carbón va muy en paralelo con la explotación del metano. Cuando se inyecta CO₂ en una capa carbonífera se desplaza al metano, apareciendo una recuperación secundaria de este gas, quedando el CO₂ retenido, con rendimientos económicos muy altos y favorables.

Inyectar las emisiones de centrales termoelectricas es un proceso admisible, en función del potencial de los acuíferos. Es necesario hacer los rigurosos estudios de viabilidad y de sus consecuencias. Si actuamos así, en la próxima década podríamos haber reducido de forma muy importante la presencia de CO₂ en nuestra atmósfera.

3. ORDENACIÓN TERRITORIAL, URBANISMO Y DESARROLLO SOSTENIBLE

El Territorio está conformado por múltiples elementos, incluyendo sus entornos físicos: la atmósfera, los mares, los territorios vecinos, el suelo y subsuelo, sin olvidar los ámbitos moral y social.

Actualmente, la descompensación de la ciudad respecto a su entorno, e incluso con relación a sus propias estructuras, es evidente e indiscutible por la ausencia de una planificación geográfica. Cualquier planteamiento urbanístico no tiene razón ni contenido si no está dentro de unos planteamientos políticos que, a su vez, son insuficientes si están simplemente planteados a escalas nacionales. La ac-

⁽²⁾ "El Ecologista Escéptico", Bjorn Lomborg, p. 367.

tual Unión Europea es una referencia de Ordenación Territorial.

El Urbanismo es el resultado del orden socio-espacial en el entorno de un conglomerado urbano, conseguido de una forma bella, racional, funcional, económica, flexible, mutable, y con adecuación a la problemática de futuro. Más allá de la apreciación limitada que contempla únicamente la ciudad como conjunto y de elementos físicos arquitectónicos o ingenieriles, *la ciudad es un organismo vivo y dinámico* y su desarrollo está determinado por el ritmo de cambio, producto de complejas y múltiples causas: las presiones demográficas, sociales, económicas y políticas. La pérdida de salubridad, seguridad, bienestar y productividad, empiezan a ser inquietantes. La adecuada programación y planificación urbana debe ser un intento humano esencial para evitar este desarrollo desfavorable.

Detrás de los problemas urbanos siempre aparece implícita la palabra “energía”. Un 75% de ésta, a nivel mundial, se destina a sustentar la compleja estructura de las ciudades. Y esta energía, en su mayor parte, es generada a partir de métodos contaminadores.

El problema no sólo se reduce al uso de fuentes finitas, sino también a las emisiones contaminantes. Fenómenos globales como las “lluvias ácidas”, el “efecto invernadero” o la disminución de la capa de ozono, que propician el cambio climático, tienen su origen en las emisiones contaminantes generadas, principalmente, en las ciudades de los países más desarrollados e industrializados. Es preciso reajustar el desequilibrio actual existente entre la demanda y el consumo energético creciente, así como su producción limitada y finita; la diversificación de las fuentes de energía y sus métodos de producción; obtener su máximo rendimiento en la captación, transformación, transporte y almacenaje, aparte de la consecución del mínimo consumo energético.

Se debe fomentar el empleo de energías limpias, alternativas energéticas renovables y no contaminantes: eólica, hidráulica, biomasa, solar térmica y fotovoltaica, pero conociendo sus limitaciones y discontinuidades.

Sabemos que las grandes demandas de energía en las ciudades tienen como destino los medios de transporte, las redes de abastecimientos de servicios, las industrias, la eliminación de residuos urbanos, la construcción de edificios, así como el consumo de energía en éstos, por parte de los usuarios. Tal consumo, con sus efectos contaminantes derivados, debe ser minimizado mediante el seguimiento de directivas mundiales, el compromiso de las Administraciones y las propias intervenciones urbanas y arquitectónicas en sí mismas.

El consumo de energía por habitante está directamente relacionado con el índice de desarrollo humano. En los países más desarrollados el consumo es de 8.520 kWh/

año, frente a 1.022 para un desarrollo medio y 218 para un desarrollo bajo. *Fuente: Foro Anual sobre Energía y Sostenibilidad 2005*. En un futuro no lejano ocurrirá todo lo contrario, los países más desarrollados consumirán menos energía que los que estén en vías de desarrollo.

El 70% de la energía eléctrica que consume España es importada, lo que significa que dependemos de otros países para nuestro suministro energético. Otro ejemplo es el del petróleo, donde unos pocos países tienen el control del suministro de combustible utilizado por la mayoría de los países industrializados, a los que, en breve, se sumará China y su gigantesco mercado.

Los analistas de tendencias predicen que el futuro de la energía está en la *generación distribuida*, en vez de centralizada. No sólo para reducir los costes de distribución y su impacto medioambiental, si no para evitar el colapso del suministro energético en caso de accidente; el ejemplo más reciente lo hemos visto con la explosión de unos depósitos de almacenaje de combustible en el sur de Inglaterra, sin olvidar que puede representar un blanco perfecto para un ataque terrorista.

Otra de las ventajas de la generación distribuida es la posibilidad de que cada país produzca su propia energía sin depender de otros países, ahorrando los costes de importación de la misma e invirtiéndolos en sus propias infraestructuras, mejorando así las economías locales y generando empleo para su población.

La energía eólica y solar están presentes en todo el mundo y no enterradas en unos kilómetros cuadrados en medio del desierto. En el futuro, el hidrógeno puede solucionar algunos de los problemas, utilizando agua para generar electricidad y más hidrógeno. La técnica de pilas de tal combustible también se está desarrollando.

Las centrales nucleares siguen siendo una asignatura pendiente de resolución final, pero, con un futuro más alentador cada día que pasa.

Las fuentes de energía de las ciudades del futuro podrán ser gestionadas por los propios habitantes de la ciudad de manera particularizada. En países en desarrollo, la posibilidad de generar su propia energía nacional, bien mediante paneles solares, aerogeneradores o hidrógeno, evitará su dependencia de otros países, permitiendo el autoabastecimiento.

La distribución del consumo de energía mundial en 2003, fue, aproximadamente, unas 114.000 Twh³, distribuida de la siguiente manera: el petróleo con un 40%, seguido del gas natural con un 25%, el carbón con un 25%, la nuclear y la hidráulica con un 4%, la eólica con un 2%, y otros el 4% restante – *Fuente: Foro Anual sobre Energía y Sostenibilidad 2005* -.

⁽³⁾ 1 Twh = 1000 Gwh = 10(6) Mwh = 10 (9) kwh

Para entender el problema de la energía, debemos analizar en qué sector se producen esos consumos, encontrando que se reparten, entre otros, de la siguiente manera: edificación 50%, transporte 25% e industria 25% - *Fuente: CENER - Centro Nacional de Energías Renovables* -. Se puede concluir, por tanto, que la edificación es el principal consumidor energético, de ahí la necesidad de trabajar con el objetivo de reducir su consumo. En los últimos años, en España, se han construido del orden de 2.500 m² de viviendas cada día, con el impacto medioambiental que ello conlleva.

Si analizamos el reparto de ese consumo por tipo edificatorio, observamos que la distribución aproximada es la siguiente: residencial 60%, hoteles 8%, oficinas 7%, educación 7%, industria 5% y otros 13% - *Fuente: Environmental Issues in Construction, CIRIA Publications, Nº 94, 1993* -.

Si continuamos analizando el consumo de energía dentro del sector residencial, encontramos los siguientes datos de consumo por instalaciones: Agua Caliente Sanitaria – ACS - 29%, calefacción 28,6%, electrodomésticos 20%, cocina 13,2%, iluminación artificial 9,2% - *Fuente: Indicadores de Eficiencia Energética, IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía* -. La prioridad en este caso es evidente.

Respecto al consumo energético en edificios de oficinas podemos ver que los mayores consumos provienen de la iluminación y la climatización. La alta ocupación humana de este tipo de edificios, junto a la gran cantidad de ordenadores y otras máquinas, aumenta las temperaturas interiores, que necesitan ser equilibradas mediante sistemas activos de enfriamiento. El consumo de energía se puede identificar utilizando la siguiente fórmula: el consumo de energía es igual a la demanda energética dividida por el rendimiento de los sistemas.

El desarrollo urbano debe ser planificado, respetando el Medioambiente y teniendo en cuenta las necesidades energéticas, controlando la ocupación territorial, respetando y creando zonas verdes para el disfrute público.

Desde principios de los años setenta se han realizado varias conferencias y congresos mundiales, incluyendo, en 1992, la Conferencia de Río de Janeiro “Cumbre de la Tierra”, y en 1994 la Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles, en Dinamarca, culminando en 1997 con la Conferencia de la ONU sobre el Cambio Climático, celebrada en Kyoto, donde los países industrializados se comprometieron a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, al menos un 5% entre 2008 y 2012, respecto a los niveles de 1990.

En 2002, España ya había incrementado su nivel de emisiones en un 38% respecto a las del año 1990, siendo Canarias y Valencia las comunidades autónomas que más han

incrementado sus emisiones, con 75% y 60% respectivamente.

Como ya hemos visto, el transporte es uno de los mayores contaminadores en las ciudades, tanto en emisiones de CO₂ como en términos acústicos, por lo que se debe fomentar el transporte público, utilizando energías no contaminantes y reducir el uso del coche en las ciudades. Estados Unidos está invirtiendo enormes cantidades de dinero en la investigación de coches híbridos que funcionan con hidrógeno.

Es preciso limitar la voracidad urbanizadora en las ciudades, promoviendo la rehabilitación de edificios existentes, adecuándolos a las necesidades actuales con visión de futuro, especialmente, en lo referente a salubridad e higiene.

Tanto la Directiva 2002/91/EC Europea sobre Eficiencia Energética, como el futuro Código Técnico de la Edificación -CTE-, que entrarán en vigor en breve, cambiarán la forma de diseñar edificios y tendrán una trascendencia sin precedentes.

El CTE exige el cumplimiento de cinco apartados: Limitación de la Demanda Energética, Rendimiento de las Instalaciones Térmicas, Rendimiento de las Instalaciones de Iluminación, Producción de Agua Caliente Sanitaria por Energía Solar y Energía Solar Fotovoltaica. Existen para ello diversos programas informáticos como herramientas para cumplir los nuevos requisitos.

La Directiva propone métodos para calcular el rendimiento energético de todo tipo de edificios que analiza, teniendo en cuenta las características térmicas de éstos, los sistemas de climatización y ventilación, la orientación y las condiciones ambientales interiores. También propone el uso de energías renovables, como la solar. Los edificios estarán catalogados por tipos, desde viviendas unifamiliares hasta centros comerciales, y cada uno deberá cumplir con requisitos específicos.

En cada caso, el objetivo es ofrecer una Calificación y una Certificación energética a los compradores. Un certificado describe las “prestaciones” energéticas del edificio.

4. ARQUITECTURA SOSTENIBLE

La Arquitectura, como hecho real, es el resultado del ordenamiento espacial y formal, en el que, además de armonizar los objetivos de utilidad, funcionalidad, economía y belleza, debemos agregar un espíritu ecológico.

Los beneficios de un edificio sostenible son un rendimiento energético más eficiente, unas condiciones óptimas de bienestar para sus usuarios, la reducción de las emisiones de

CO₂, la disminución del consumo energético, la disminución de la demanda energética y la contribución a un Desarrollo Sostenible. No tenemos que dejar de consumir, sino consumir mejor, teniendo como objetivos el ahorro energético, la eficiencia energética y las energías renovables.

Para ello, resulta imprescindible el seguimiento de una *estrategia medioambiental*, basada en los siguientes aspectos de intervención: sostenibilidad, calidad ambiental interior, cerramientos, coeficiente de transmisión térmica, recursos materiales, tratamiento eficiente del agua, energía y paneles solares térmicos y fotovoltaicos.

Sostenibilidad arquitectónica

Como toda buena Arquitectura, un edificio debe responder a las condiciones climáticas locales donde se encuentra ubicado. Se deben estudiar y considerar los datos climáticos del lugar, latitud, temperaturas, humedad relativa y hay que realizar un estudio de soleamiento para establecer la orientación del edificio. En algunos casos resultará más importante fomentar la captación solar y en otros protegerse de ella.

Siempre que sea posible, los espacios públicos se deben orientar al sur y las zonas de servicio a norte. Se deben analizar los vientos dominantes para identificar la dirección y fuerza de éstos, y utilizarlos para ayudar a climatizar el edificio.

Es importante controlar la huella y la compacidad del edificio, intentando reducir la superficie de fachada para reducir las transmisiones térmicas entre interior y exterior.

Se debe diseñar un paisajismo externo que contribuya a mejorar las temperaturas alrededor del edificio, evitando las islas de calor. Los residuos producidos por el edificio se deben controlar mediante cuartos de reciclaje de materiales.

Calidad Ambiental Interior

El principal objetivo en este apartado es optimizar la iluminación y ventilación natural del edificio para reducir los aportes mecánicos. También se debe tener un control de la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del aire en el interior del edificio para garantizar el bienestar de los usuarios.

Para reducir las cargas térmicas del edificio es importante evitar el soleamiento directo en fachada por medio de voladizos, lamas, etc. Si consideramos el nuevo CTE, tendríamos que analizar el Índice de Eficiencia Energética IEE ($w/m^2 \times 200 \text{ lux}$).

Cerramientos

El consumo de energía es igual a la demanda energética, determinada por las fachadas de forma pasiva, dividida por el rendimiento o eficiencia de los sistemas, y controlada por los equipos de instalaciones de forma activa.

Al hablar de los cerramientos incluimos las fachadas y la cubierta, con sus características térmicas. En el diseño de los mismos debemos controlar la iluminación y ventilación espontánea y la protección o captación solar. Indudablemente, el aislamiento térmico del edificio es el principal factor en el control energético.

Coeficiente de Transmisión Térmica

Los valores máximos que actualmente permite la normativa están basados, lógicamente, en las zonas climáticas; y el futuro CTE.. seguirá esta línea, pero, como buena práctica, se puede intentar reducir estos valores en un 20%. Actualmente, se analiza el KG total del edificio al final del proyecto de ejecución. Con el nuevo C.T.E. se deberá tener en cuenta mucho antes.

Se debe seguir estudiando el empleo de vidrios con tratamiento de baja emisividad, ya que es en estas superficies donde existen las mayores transmisiones térmicas.

Recursos Materiales

Teniendo presente la escasez de recursos naturales, que todos conocemos, se debe tener en cuenta el uso de todos los materiales que se utilizan en la construcción de un edificio, no sólo los que no son renovables.

Es responsabilidad de los agentes intervinientes en la construcción la utilización de materiales con bajos contenidos de energía primaria, como la termoarcilla, el ladrillo y otros materiales cerámicos; el empleo del hormigón es también una buena solución.

Por el contrario, se debe minimizar el uso de aluminio, si no es reciclado, debido a las grandes cantidades de agua y de energía que consume en su fabricación. Igualmente, el poliestireno y el PVC, al ser éstos derivados del plástico, material no biodegradable. En el momento en que los fabricantes resuelvan estos problemas en origen podremos cambiar de actitud.

Otras buenas prácticas incluyen el uso de materiales locales para reducir la contaminación en su transporte y los tiempos de suministro; materiales reciclados y reciclables; maderas de bosques explotados sosteniblemente, - un ejemplo es el Forest Stewardship Council - F.S.C. - . Siempre que sea posible, se debe fomentar la utilización de materiales autóctonos, incluyendo la vegetación.

Tratamiento Eficiente del Agua

Otro de los pilares básicos de un edificio sostenible es el uso responsable de un recurso tan limitado como es el agua. Se debe contar, para conservar agua, con jardines y paisajismos eficientes en su consumo.

Recientemente se ha aprobado una nueva ordenanza en la Comunidad Autónoma de Madrid para reducir el consumo de agua que sólo permite el uso de agua potable para consumo humano, obteniéndose la restante mediante el reciclaje de las aguas grises - lavadoras, lavabos y duchas -. La nueva ordenanza también exige instalar limitadores de flujo, temporizadores y sensores en los grifos y cisternas. Siempre que sea posible, se debe diseñar una triple red separativa para las aguas pluviales, las grises y las fecales.

Energía

Uno de los principales objetivos de la sostenibilidad es el ahorro energético. Todo proyecto debe tener en cuenta la eficiencia energética del edificio y debe mejorar su gestión energética, fijando unos objetivos de consumo, avalados por calificaciones energéticas en fase de proyecto y con certificaciones energéticas en la entrega de los edificios a sus propietarios.

En definitiva, la estrategia para conseguir este objetivo es reducir la demanda y mejorar la eficiencia. Se puede conseguir una significativa reducción del consumo si se tiene en cuenta todo ello desde el inicio del proyecto.

Paneles Solares Térmicos

La futura entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación exige la instalación de paneles solares térmicos para la producción de ACS en todo edificio que prevea consumo de ACS, principalmente edificios de viviendas y hoteles.

Desde hace unos años, tenemos en Madrid la Ordenanza sobre Captación de Energía Solar para usos Térmicos que exige, entre el 60% y el 75%, el aporte de energía del edificio a través de energía solar. Conociendo las demandas de ACS del edificio, y utilizando las tablas de referencia, debemos integrar este tipo de instalaciones en sus cubiertas.

Según el futuro CTE "el área total de los captadores tendrá un valor que cumpla la condición: $50 < V/A < 180$, siendo A la suma de las área de los captadores en m² y V el volumen del depósito de acumulación solar en litros por día. La normativa permite una inclinación de los paneles igual a la latitud del lugar donde se encuentra el edificio con una variación posible de +/- 10°, y una orientación sur con variaciones de +/- 25°, es decir, que son relativamente

flexibles. A partir de ahora, las cubiertas dejarán de ser espacios residuales y se tendrán que estudiar más detalladamente. Como siempre, el aspecto económico afecta directamente al usuario y los plazos de recuperación de la inversión pueden ser inferiores a los 7 años, dependiendo del tamaño de la instalación.

Paneles Solares Fotovoltaicos

El CTE. también exige la instalación de paneles solares fotovoltaicos en edificios que tengan una alta demanda eléctrica, como son los edificios de oficinas, principalmente para iluminación y refrigeración. Dependiendo del tipo de edificio y su superficie, y utilizando la siguiente fórmula, obtenemos la potencia que debemos instalar; $P = C \times (A \times S + B)$, donde P es la potencia en kWp, A y B son los coeficientes definidos en la tabla 2.1 del CTE., en función del uso del edificio, C es el coeficiente definido en la tabla 2.2, en función de la zona climática establecida en el apartado 3.1 del CTE., y S es la superficie construida del edificio en m².

La flexibilidad de la energía fotovoltaica permite ubicar células en las fachadas o en la cubierta. Existen diferentes tipos de paneles, monocristalinos, policristalinos y amorfos, que no deben condicionar el diseño arquitectónico y que, por el contrario, como material de vanguardia, debemos empezar a utilizar, incluso compositiva y plásticamente, para obtener el mejor resultado posible, incluso, de manera innovadora y sorprendente.

En tal caso, los plazos de recuperación de la inversión son mayores que con los paneles solares térmicos, pudiendo llegar a los 10 años, dependiendo del tamaño de la instalación. Con la nueva Directiva Europea y el futuro CTE se prevé que aumente la demanda y la producción de paneles solares, resultando mejoras en la eficiencia y reducción de sus costes.

5. INSTALACIONES

Los apartados HE-2, Rendimiento de las Instalaciones Térmicas, y HE-3, Rendimiento de las Instalaciones de Iluminación del futuro CTE ofrecen fórmulas para medir la eficiencia de las instalaciones y, por eso, es importante mencionar las instalaciones en este documento.

Se debe mejorar la relación entre arquitectura e ingeniería para avanzar en la sostenibilidad. Se deben utilizar equipos y diseños energéticamente eficientes. Debemos analizar los rendimientos de las calderas atmosféricas, presurizadas y de condensación para establecer la óptima solución. Se debe fomentar la emisión a baja temperatura.

Se debe estudiar detalladamente la centralización o individualización del consumo. Algunos estudios demuestran

que con más de 55 viviendas interesa centralizar la producción de calor, la refrigeración con agua en vez de aire y el aprovechamiento del enfriamiento gratuito.

Es fundamental la monitorización de los consumos del edificio utilizando equipos como el B.M.S. - Building Management System -. Con una gestión integral de todas las instalaciones del edificio.

6. CONCLUSIÓN

Las previsiones del futuro pueden parecer alarmantes, pero no es tarde para reaccionar y ya lo estamos haciendo. Conocemos la teoría y venimos haciéndolo desde hace tiempo. Disponemos de las técnicas y herramientas más avanzadas. Tenemos un reto y somos parte responsables de investigar y divulgar las nuevas técnicas. Se abre una puerta para la investigación de las energías y los materiales del futuro.

Pensábamos que era muy difícil medir la eficiencia energética de los edificios, al depender de tantos factores, pero, a partir de ahora, eso es exactamente lo que vamos a tener que hacer con los edificios del futuro. Es posible hacer que un edificio como un aeropuerto incorpore prácticas

de acondicionamiento bioclimáticas. Cuanto más grande sea el edificio más posibilidad de ahorro existe.

7. REFERENCIAS DE PROPUESTAS, PROYECTOS Y OBRAS

La Nueva Área Terminal es un aeropuerto HUB, por lo que el reto ha consistido en buscar una configuración donde se minimice los tiempos de conexión de vuelos, que permita máxima flexibilidad en las operaciones y donde prime la claridad en los flujos de los pasajeros. Para mejorar la calidad del ambiente se introduce luz solar en el interior del edificio mediante lucernarios y cañones de luz que separan los módulos entre sí y se permite en todo momento la comunicación visual con el exterior a través de las fachadas de vidrio, protegidas del sol mediante parasoles al exterior del edificio, y de la radiación directa por grandes voladizos de la cubierta. La estrategia medioambiental incluye una cubierta vegetal en el edificio de aparcamiento vehicular que reduce el impacto visual y el sobrecalentamiento. La terminal esta dotada de una Central de Cogeneración para electricidad y agua caliente. Se han utilizado vidrios con altas características térmicas, y se optó por iluminación eficiente y climatización por desplazamiento de aire a baja velocidad (Fig. 1).

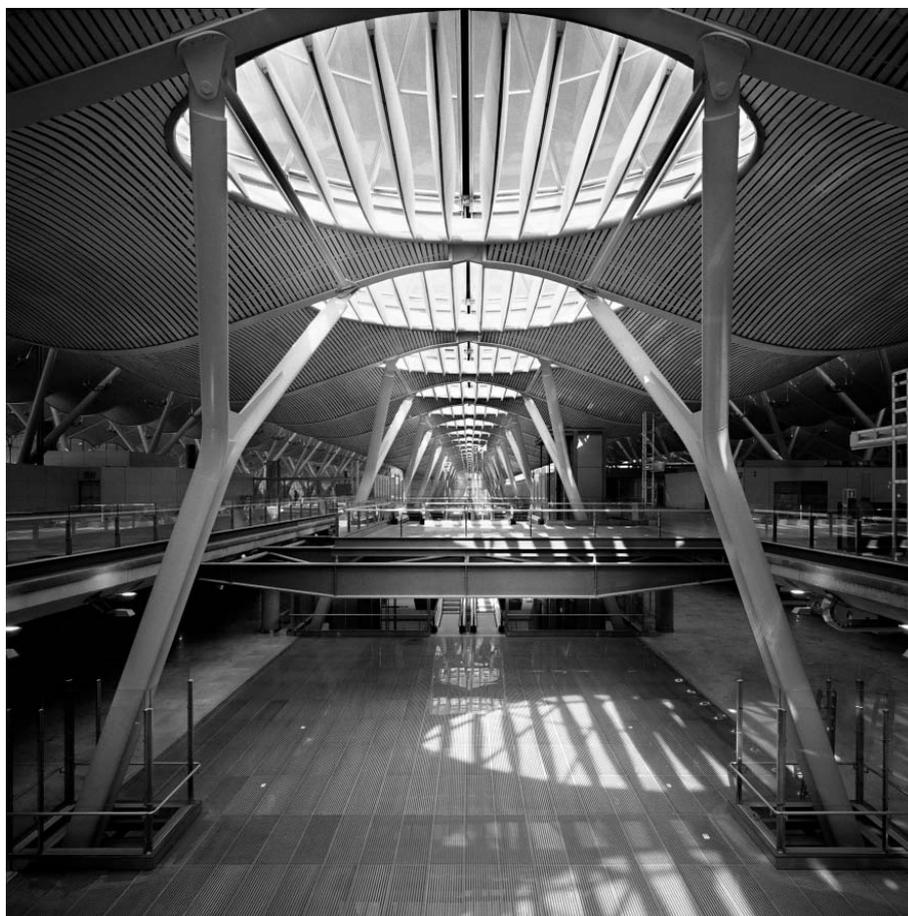


Figura 1.- Nuevo Edificio Terminal. Aeropuerto de Barajas, Madrid. Superficie Total: 760.000 m². Obra entregada 1996-2006.



Figura 2.- Ampliación del Aeropuerto Internacional de Varsovia, Polonia. Superficie: 100.000 m². En construcción 2006.

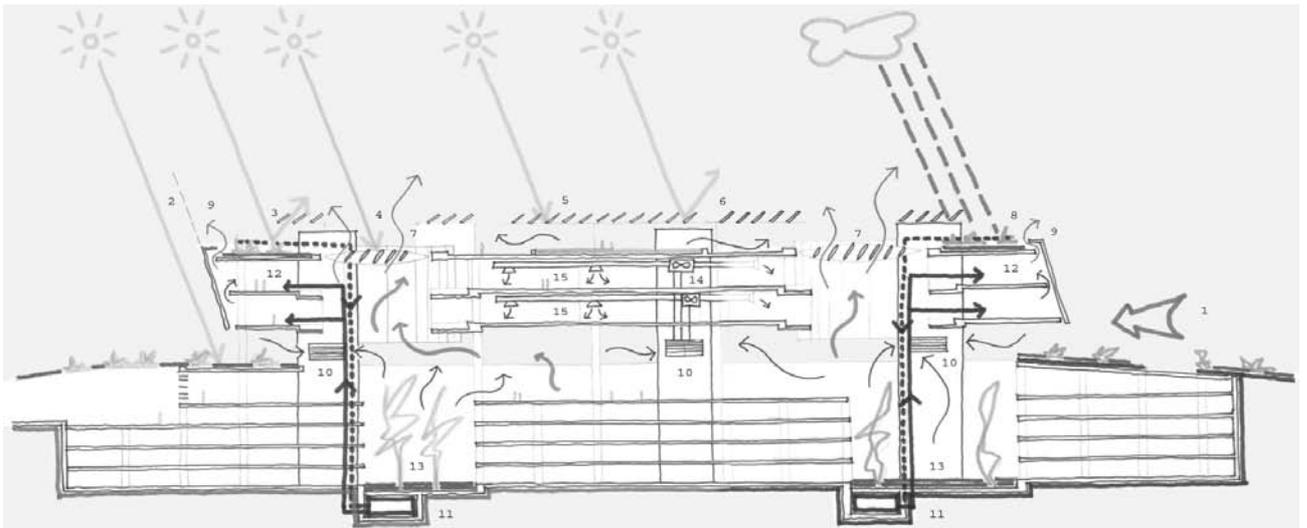


Figura 3.- Edificio de oficinas Call Centre Querétaro, México. Superficie: 16.000 m². Propuesta ganadora 2005.

El edificio del Aeropuerto Internacional de Varsovia es eficiente en cuanto al flujo de pasajeros, es sencillo, directo y legible, ofreciendo fácil conexión entre las Terminales. La flexibilidad y modularidad del diseño han permitido una reducción de los costes de edificación y del tiempo de ejecución. Espacios amplios y transparentes permiten entrada de luz solar al edificio. Se especificaron vidrios para combatir las bajas temperaturas y se evitaron los puentes térmicos (Fig. 2).

Similares planteamientos se han aplicado en el Nuevo Aeropuerto Internacional de Sharm-el-Sheik, Egipto. Superficie: 35.000 m², propuesta 2001. Se utilizan medidas pasivas mediante una doble membrana ventilada de cubierta y muros de piedra que mejoran los niveles de bienestar del edificio. Colores claros, y voladizos de cubierta protegen las fachadas del edificio. Se proponen materiales con alta inercia térmica como el hormigón y la

piedra arenisca. Se crea un microclima alrededor del nuevo edificio terminal mediante vegetación autóctona y láminas de agua, de considerable superficie.

En el edificio de oficinas Call Centre Querétaro, la estrategia medioambiental incluye evitar radiación solar sobre las fachadas, una cubierta vegetal, lamas orientables de protección solar y ventilación natural, paneles solares fotovoltaicos con una producción de 200 kW, recogida de aguas pluviales para reciclaje y vegetación autóctona. Lo más interesante es el preacondicionamiento del aire exterior para su utilización en el edificio. El edificio se eleva creando un espacio importante en sombra con temperaturas inferiores a las exteriores. El agua y la vegetación contribuyen a reducir estas temperaturas, el aire enfriado se introduce en el edificio y es conducido a UTAs, donde recibe un tratamiento antes de ser introducido en las oficinas (Fig. 3).

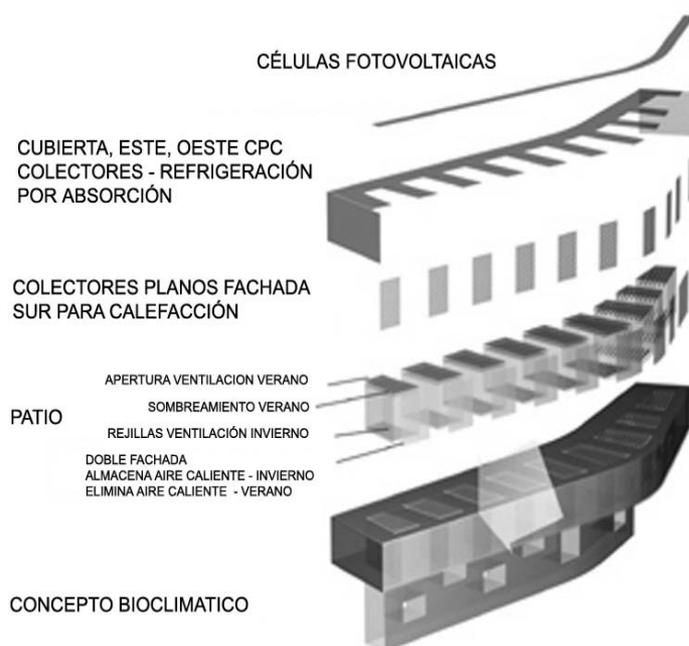


Figura 4.- Edificio de oficinas para el Banco Central Europeo, Frankfurt. Superficie: 142.000 m² s/r. Propuesta 2002.

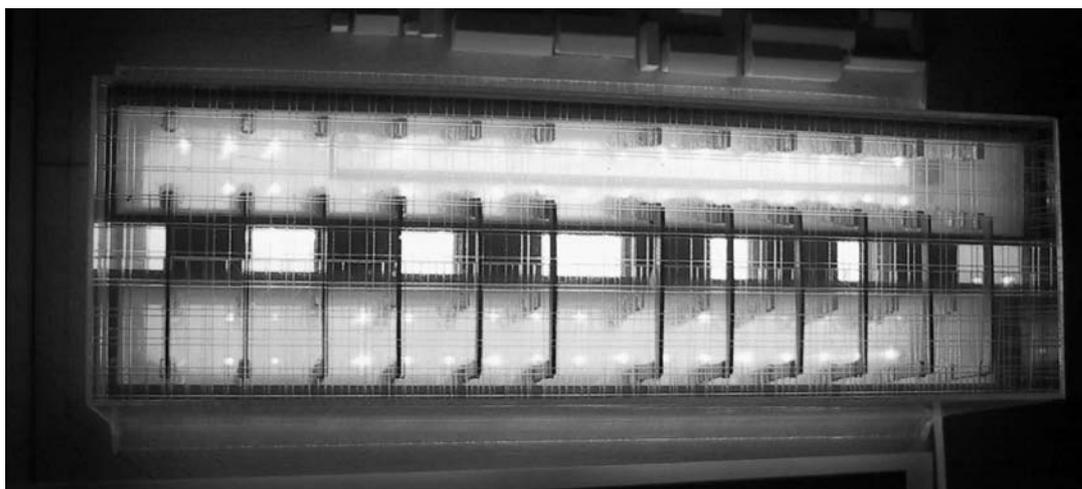


Figura 5.- Edificio de oficinas, China Development Bank, Pekín. Superficie: 100.000 m². Propuesta 2005.

La propuesta para el edificio de oficinas para el Banco Central Europeo incorporaba medidas pasivas, como una buena orientación, y forma del edificio, e incluye patios interiores para mejorar la ventilación y la iluminación natural, además de una doble fachada de protección solar. Lo más destacado es el concepto de producción energética del edificio mediante las fachadas y la cubierta, generando energía para autoconsumo, aprovechando la versatilidad de los paneles solares fotovoltaicos. Se proyectaron 2.380 m² de colectores fotovoltaicos en cubierta para abastecer ventiladores de estratificación, con una producción de 200.000 kWh/año; una superficie de 9.000 m² de colectores de tubos en vacío en cubierta y fachadas para refrigeración por absorción con una producción de 3.500 kWh/año y una instalación de 1.680 m² de colectores planos para calefacción con una producción de 340.000 kWh/año (Fig. 4).

Lo más destacado de este proyecto de edificio de oficinas de China Development bank, es su funcionamiento energético utilizando energías solar y geotérmica, así como los vientos dominantes, para climatizar el edificio. Unos 3.000 m² de paneles solares de tubos en vacío enfrían agua y la conducen bajo rasante. Utilizando rejillas de aire y agua fría se climatiza el atrio. Sólo es necesario un mínimo aporte energético para acondicionar las oficinas. Protección solar y fachadas ventiladas que evitan el sobrecalentamiento y permiten una máxima iluminación y ventilación natural. Para el tratamiento del agua en el edificio se proponía recoger las aguas pluviales de cubierta y fachada y reutilizarlas para abastecer los inodoros y regar las zonas verdes. Grifería de bajo consumo, limitadores de flujo y temporizadores contribuyen a reducir el consumo de agua. Estas estrategias contribuyen a conseguir un ahorro energético del 39% (Fig. 5).



Figura 6.- Residencia para Enfermos de Alzheimer, Madrid. Superficie: 13.000 m². En construcción 2006.

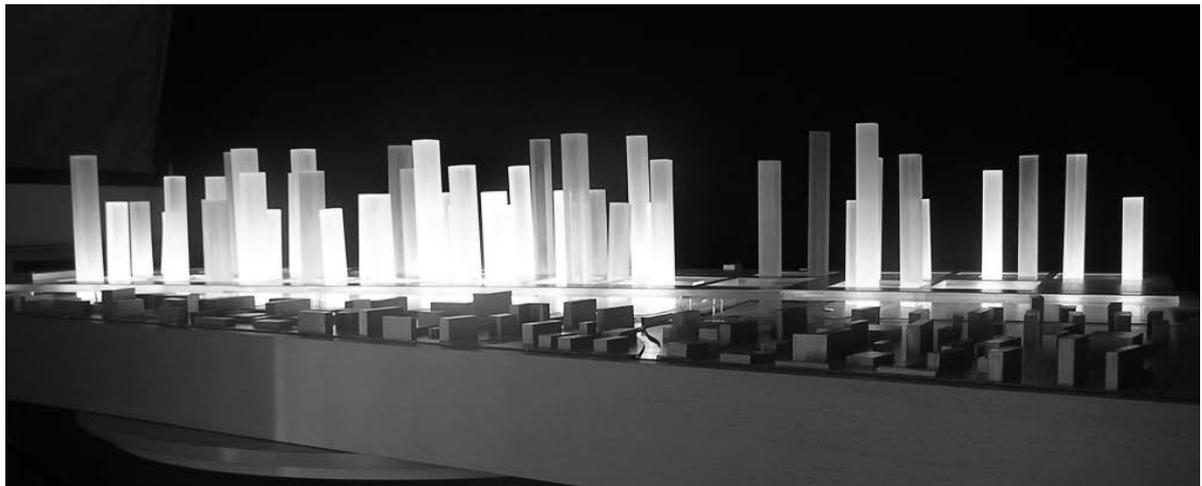


Figura 7.- Ordenación urbana para Zhenru Municipality Vice-Centre, China. Superficie: 6.000.000 m². Propuesta 2005.

En este conjunto residencial para Enfermos de Alzheimer, lo más innovador son las medidas pasivas del diseño, como la buena orientación de las fachadas a sureste y suroeste, patios interiores con vegetación que reducen las temperaturas exteriores. Ventanas practicables a los patios; cubiertas vegetales; reciclaje de aguas pluviales para el riego de los jardines; paneles solares térmicos y fotovoltaicos completan la estrategia medioambiental. Especialmente singular es la fachada del Centro de Investigación con una doble fachada ventilada, con 300 m² de lamas fotovoltaicas, tipo glass-glass, que protegen contra el soleamiento, permiten la entrada de iluminación natural y generan electricidad (Fig. 6).

Es fundamental un Urbanismo Sostenible si queremos hacer una Arquitectura Sostenible. Zhenru Municipality Vice-Centre, es un ejemplo de un proyecto que considera la

sostenibilidad a gran dimensión. Los problemas de consumo energético, la contaminación del transporte y el tratamiento de los residuos generados por la ciudad se deben tener en cuenta en el diseño de las ciudades del futuro. Las estrategias medioambientales de este proyecto incluyen una barrera verde que protege de la contaminación acústica y visual de las autopistas que rodean el distrito. La creación de un gran parque en la ciudad con equipamientos, de carriles para bicicletas y una instalación de paneles solares fotovoltaicos que generan electricidad para el alumbrado público, canales de agua en el centro financiero, viviendas de bajo consumo energético, rascacielos de bajo consumo en iluminación y climatización, viviendas bioclimáticas y ecológicas con proyectos piloto de viviendas solares, una planta de tratamiento de aguas residuales y un sistema de transporte público ecológico (Fig. 7).
