



Figuroa Castrejón, Aníbal. (2019).

*Ciudades con energía cero (Net Zero Cities).*

p. 69-79

En:

Hábitat sustentable III / Sergio Padilla Galicia y Víctor Fuentes Freixanet, compiladores. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2019. (Colección Arquitectura y urbanismo internacional)

Fuente: ISBN 978-607-28-1753-1 (versión electrónica)

Universidad Autónoma Metropolitana  
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

<https://www.azc.uam.mx/>

CYAD  
Ciencias y Artes para el Diseño

<https://www.cyad.online/uam/>

ÁREA  
aui  
Arquitectura Urbanismo Internacional

<http://aui.azc.uam.mx/aui/>

Repositorio Institucional

Zaloamati

"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

**Atribución-NoComercial-SinDerivadas**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2019. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

—  
Aníbal Figueroa Castrejón

## Ciudades con energía cero (*Net Zero Cities*)

PALABRAS CLAVE:

**energía cero, balance cero,  
ciclos cerrados**

KEYWORDS:

**zero energy, zero balance,  
closed cycles**

—  
**RESUMEN**

Las ciudades y edificios del siglo XXI tenderán cada vez más a ser neutras en su consumo de energía y servicios, debido a que en varias partes del mundo se están organizando movimientos sociales, económicos, ambientales y políticos que propician estos cambios, facilitando el desarrollo de tecnología y modificando el comportamiento individual y colectivo de las personas. Un edificio "Net Zero" es aquel que es capaz de producir en un ciclo anual la energía que consume y ser autosuficiente en sus servicios. Una ciudad, un barrio o una aldea "net zero" es capaz de hacer lo mismo, pero a una escala urbana.

**ABSTRACT**

Cities and buildings of the 21st century will increasingly tend to be neutral in their energy consumption and services. For this purpose, social, economic, environmental and political movements that promote these changes, facilitate the development of technology and modify the individual and collective behavior of people are happening in different parts of the world.

A "Net Zero" building is one that can produce in an annual cycle the energy it consumes and be self-sufficient in its services. A city, a neighborhood or a "net zero" village can do the same, but on an urban scale.

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

### Urbanismo sustentable

Actualmente en nuestras ciudades todo se consume y todo se desecha, la mayoría de las veces sin ningún tratamiento: el agua, el aire, la energía, los materiales, los alimentos, etc. Necesitamos cambiar nuestros patrones actuales de ciclos abiertos donde entran insumos y sale basura y contaminación, a ciclos cerrados de producción, almacenamiento, consumo y reciclado. Existen varios puntos clave para lograr estos objetivos como son: adaptación de las ciudades al clima, el manejo del agua, las áreas verdes (paisaje y vegetación), energía, empleo, transporte eficiente, densidad de construcción, uso de materiales locales y apropiados, eco-tecnologías y patrimonio histórico, entre otros (Figura 1).

### Clima

Posiblemente *la mayor amenaza actual provocada por el ser humano es el cambio climático* y los efectos de éste a nivel planetario. Estos cambios pueden tener severas repercusiones en el comportamiento del planeta que afectarán a su población. Aun cuando hay opiniones divergentes, la mayoría de los países han identificado acciones antropogénicas que requieren atención inmediata.

El cambio climático no afecta solamente a las regiones polares y a los animales que ahí habitan, sino a todas las áreas del planeta. El cambio de un grado en la temperatura de la Tierra puede ocasionar que se desertifiquen o inunden regiones completas, que se propaguen enfermedades, que desaparezcan cultivos y especies animales, que se propaguen plagas y se modifique la producción de alimentos. Esto puede generar la migración de millones de personas en periodos muy cortos de tiempo, lo que ocasionará graves conflictos sociales (Figura 2).

Los desarrollos urbanos, desde las aldeas a las megalópolis, están directamente relacionados al lugar y clima donde se localizan y son responsables de muchas de las afectaciones climáticas, medidas por los llamados gases de efecto invernadero. Por ello es vital reducir el consumo energético y la emisión de gases en las ciudades,

producto de diversos procesos de transformación de energía empleada en ellas.

En México, prácticamente la totalidad de la energía consumida en los ayuntamientos y municipios se emplea de forma directa en los núcleos urbanos sobre todo para iluminación de calles y avenidas, así como bombeo de agua potable. Con frecuencia los usuarios de estos servicios no pagan cuotas de mantenimiento o éstas son inferiores a su costo de operación, lo que genera deudas en el suministro eléctrico que sobrepasan la capacidad de pago de los ayuntamientos (*El Universal Electrónico*, 2015). Se desarrolla entonces un círculo vicioso donde los desarrolladores adquieren terrenos agrícolas a bajo costo, presionan para conseguir el cambio de uso de suelo (con frecuencia asociados con políticos corruptos), fraccionan y venden lotes de terreno obteniendo enormes ganancias a corto plazo. Y, entonces, traspasan a los ayuntamientos la responsabilidad de la operación y mantenimiento de la infraestructura y los servicios.

En las ciudades del siglo XXI para conseguir un “balance cero” cada luminaria y cada pozo instalado por los desarrolladores debe contar con un sistema fotovoltaico que le permita generar la energía que consume. Esto reduce el problema de suministro y costo de la energía, sin eliminar las cuotas municipales indispensables para la operación y mantenimiento de los sistemas.

### Agua

Desde el inicio de la humanidad, el acceso al agua ha sido una determinante para la ubicación y desarrollo de los núcleos urbanos. Sin embargo, actualmente este líquido vital se desperdicia y usa en forma muy ineficiente, creando, además, un grave problema de contaminación de todos los cuerpos de agua superficiales. El máximo aprovechamiento urbano de agua se está convirtiendo en una de las prioridades urbanas más urgentes. *No puede existir una ciudad sin acceso al agua potable.* A consecuencia de los cambios planetarios, ya están en situación crítica algunas megalópolis. En el año 2018, Ciudad del Cabo, segunda ciudad más grande del continente africano, con una población de 3'750,000 personas (2011), fue la primera megalópolis



Figura 1. Diseño urbano sustentable.

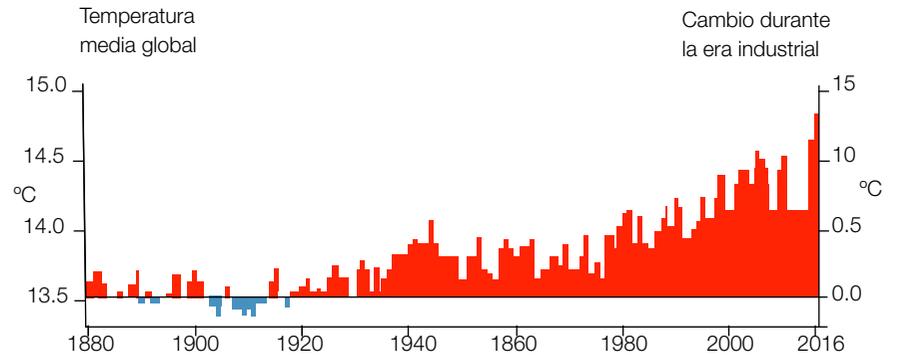


Figura 2. Temperatura global anual del aire de la superficie desde 1880 a 2016 (5°. Informe IPCC, 2017).

en quedarse sin agua potable, producto del crecimiento demográfico exponencial (en 2001 tenía 2'893,000 habitantes), la falta de lluvia y una mala planificación de la infraestructura y las construcciones (*El País Electrónico*, 2018) (Figuras 3 y 4).

Esto ha obligado a las autoridades africanas a tomar medidas de emergencia, como racionar desde el mes de enero del 2018 el uso de agua a sólo 50 litros por persona por día, y quien sobrepasa este límite tiene una multa de 800 euros. Pero a partir del mes de mayo de ese mismo año sólo pudieron obtener 25 litros por persona por día en alguna de las ciento ochenta tomas públicas de la ciudad. Todas las tomas domiciliarias serán cerradas.

Si observamos las imágenes satelitales es evidente que el crecimiento urbano se ha dado sin áreas verdes, que son vitales para la recarga de las aguas subterráneas

y destruyendo completamente el sistema hidrológico superficial que es la otra fuente de abastecimiento. Ciudad del Cabo está junto al mar y el gobierno podría desalinizar el agua marina para convertirla en potable, pero ese tipo de proyectos a gran escala requieren muchos recursos y de varios años para su planeación, elaboración, construcción y puesta en marcha.

Una parte importante de la solución a este grave problema está al alcance de la mano, en la llamada "cosecha de agua". En todo el planeta llueve agua dulce. El régimen de lluvia varía de un lugar a otro y también presenta oscilaciones anuales. En la mayoría de las ciudades mexicanas tenemos lluvias entre 650 y 1000 milímetros anuales repartidas en periodos que van desde los tres hasta los doce meses. Esto representa entre 650 y 1000 litros al año por cada  $m^2$  de



Figura 3. Ciudad del Cabo, África, 1984 (google maps).



Figura 4. Ciudad del Cabo, África, 2016 (google maps).



**Figura 5.** Sistema Tlaloque de Isla Urbana  
(islaurbana.mx/project/manualesyficahastecnicas/).

superficie de azotea o terraza. Por ejemplo, si tenemos 100 m<sup>2</sup> de área de captación tendríamos entre 65,000 y 100,000 litros de agua disponibles por año por cada vivienda.

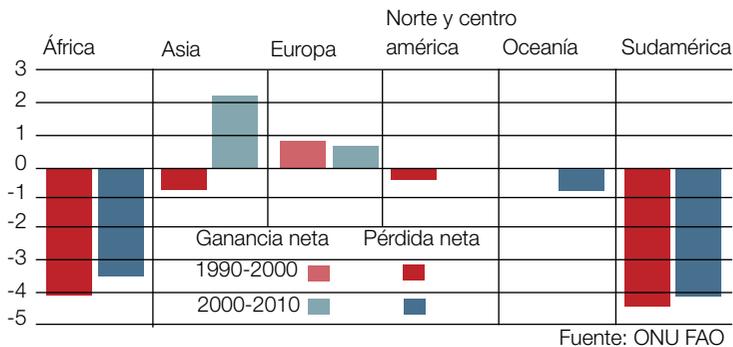
Empresas como “Isla Urbana” han desarrollado y patentado en México sistemas de bajo costo que funcionan correctamente y pueden hacer que una vivienda reduzca entre 6 y 8 meses su dependencia a la red de agua potable. Actualmente esta empresa está instalando cerca de 5,000 sistemas en la zona sur de la Ciudad de México captando cerca de 250 millones de litros anuales (Figura 5).

Pero no basta con captar el agua de lluvia, también se necesita reducir el consumo de agua en todas las ciudades. Desarrollos como los urinarios secos y los inodoros de baja descarga a 6 litros, son un paso significativo. La industria de electrodomésticos también ha desarrollado nuevas tecnologías para el lavado de ropa que consume hasta un 50% menos agua que los sistemas actuales.

El problema que enfrentan los sistemas de captación de agua es el costo muy bajo que tiene en general el servicio de agua potable. Sin embargo, como lo demuestra el caso de Ciudad de Cabo, el agua es invaluable cuando no la hay, porque sin ella no hay vida.

### Vegetación y paisaje

Ante estos grandes retos urbanos, parecería que vegetación y paisaje tienen una importancia secundaria, pero no es así. La vegetación, conservación e incremento de la biodiversidad, juegan un papel fundamental en la regulación del clima, en la captación, almacenamiento y purificación del agua, en la fijación del CO<sub>2</sub> y otros gases, así como en la producción de oxígeno. Sin embargo, los desarrollos urbanos contemporáneos le han dado muy poco valor a la vegetación sin entender que



**Figura 6.** Tendencias en áreas forestales (millones de hectáreas por año) (ONU, FAO, 2011)

*cada ser humano requiere de decenas de árboles para tener el agua y el oxígeno que necesita.* Los elementos vegetales se incluyen, si acaso, como un elemento decorativo.

Hasta el siglo xx, parecía que existía una reserva interminable de árboles para un número limitado de seres humanos, pero el crecimiento exponencial de la población humana de los últimos cien años y los acelerados procesos de deforestación de las grandes selvas de América y África evidencian un desequilibrio cada vez mayor, con pérdidas equivalentes a ocho millones de hectáreas cada año entre los dos continentes durante los últimos veinte años (ONU, FAO, 2011), es decir, 160 millones de hectáreas deforestadas (Figura 6).

### Modificación de la topografía

Otro fenómeno urbano con consecuencias negativas hacia el cambio climático y la calidad de vida, es la desaparición de la flora y fauna y la sustitución de las áreas permeables por pavimentos. Resulta paradójico que los desarrollos en zonas boscosas vendan la idea de “vivir en el verde”, pero promuevan con sus proyectos la destrucción total de los árboles y modifiquen de manera drástica e irremediable la topografía por medio de “cortes” del terreno y rellenos. Esto se debe en parte a la ignorancia, codicia y corrupción de los desarrolladores y autoridades. Los primeros argumentan que el valor de mercado de un terreno plano y “limpio” es superior al de un terreno en pendiente y arbolado. Sin embargo, esta práctica ocasiona la destrucción de los sistemas hidrológicos y conlleva graves problemas para el desalojo del agua, particularmente en eventos extraordinarios como los huracanes, tormentas intensas o trombas. De igual forma, desestabiliza los suelos volviéndolos vulnerables a deslizamientos de tierra ocasionados por el



Figura 7. Santa Fe, Ciudad de México (Anibal Figueroa).

reblandecimiento del terreno en temporada de lluvias o movimientos sísmicos (Figura 7).

Para conseguir ciudades autónomas necesitamos urgentemente promover formas de desarrollo urbano menos depredadoras de las áreas naturales, donde los edificios y las superficies no permeables ocupen menos del 50% del terreno disponible, respeten los escurrimientos naturales, conserven la vegetación nativa de árboles y arbustos y cuenten con al menos un árbol propio del lugar de talla grande por cada habitante. Estas recomendaciones ya están plasmadas en la normatividad nacional (NMX-AA-164-SCFI-2013), pero su aplicación es voluntaria.

Además, el aumento de la población en grandes megalópolis como Shanghai, Guandong, Ciudad de México o Sao Paulo, se ha llevado a cabo sobre algunas de las tierras más fértiles sustituyéndolas por concreto, creando un círculo muy amplio de dependencia de productos y servicios hacia otras regiones, zonas e incluso países (Figura 8).

## Energía

La sociedad actual es altamente dependiente de la energía. Sin electricidad ninguno de los procesos basados en computadores opera. Cuando el suministro se interrumpe por sólo un segundo, la mayoría de los procesos digitales colapsan. Cada vez necesitamos más fuentes constantes y estables de energía para operar todos los sistemas. En este sentido, las energías limpias (hidráulica, geotérmica, mareomotriz) y las renovables (solar, eólica, biomasa) serán determinantes para sustituir al petróleo y a la energía nuclear como fuentes energéticas.

En particular los gobiernos y las asociaciones profesionales de Europa Central y algunas de Asia han asumido el reto de construir la totalidad de los nuevos

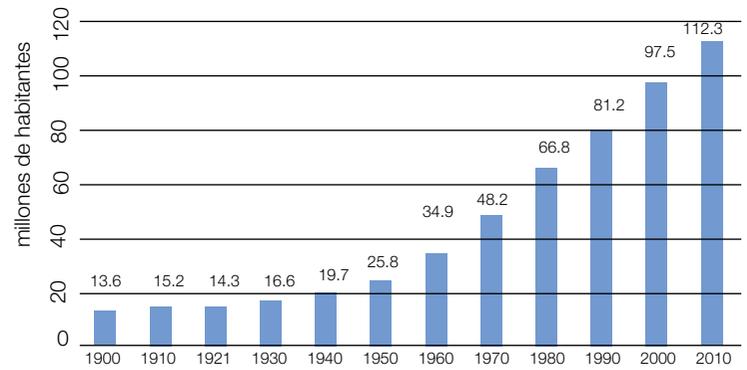


Figura 8. Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2018 (INEGI).

edificios para el año 2030 de tal forma que no consuman más energía que la que generen y para el 2050 incluir la totalidad de los edificios existentes. Programas como *Net Zero Building* o *Net Zero Energy* iniciados en Europa pueden ser la respuesta para una sociedad sostenible e independiente energéticamente.

Está demostrado que el camino a esta meta pasa primero por la eficiencia y después por la generación de energía. Es mucho más económico y sostenible ahorrar energía en las ciudades y edificios a través de estrategias de diseño adecuadas, o por una correcta selección de materiales y una planificación urbana sostenible, que tratar de generar energía con diferentes tecnologías para un consumo creciente. En la Figura 9, se puede observar que los países desarrollados empiezan a presentar un consumo energético estable, mientras que las economías en desarrollo tienden a aumentarlo constantemente.

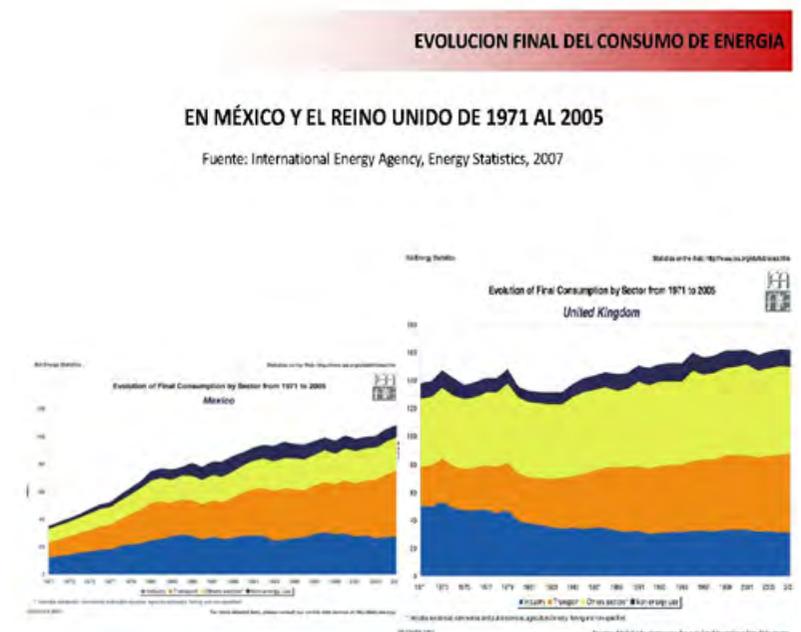


Figura 9. Evolución final del consumo de energía en México y el Reino Unido de 1971 al 2005.

China ha entendido la importancia estratégica de producir tecnología para la generación de energía limpia a precios accesibles y cuenta con el programa nacional más ambicioso de producción de elementos tecnológicos para las ciudades y edificios. Hoy en día el liderazgo indiscutible de China en colectores solares para calentamiento de agua, les ha llevado a dominar el mercado mundial. Su éxito se basó en el desarrollo y producción a gran escala de tubos evacuados con cambio de fase, que es una tecnología conocida, por lo menos, desde hace tres décadas, pero que ningún país la había desarrollado industrialmente y producido a precios accesibles.

En este momento se están desarrollando en China celdas fotovoltaicas y aerogeneradores de nueva generación cuyos precios ya son los más económicos del mercado mundial. La Unión Europea y los Estados Unidos han establecido barreras arancelarias y normativas hacia los productores chinos para evitar que éstos afecten sus industrias locales, que tienen productos hasta el momento más caros e ineficientes.

## Transporte

Los nuevos roles sociales y los cambios de formas de vida afectarán a las edificaciones, pero sobre todo

requerirán nuevas formas de vivienda y transporte. Aun cuando pareciera una contradicción, el regresar a las formas más simples de transporte local como *caminar o andar en bicicleta se está convirtiendo en el futuro de las ciudades*. De hecho, megalópolis como Londres prácticamente han prohibido el acceso de automóviles personales a sus zonas centrales, aplicando una tarifa de “peaje” a los vehículos que emplean las calles del centro. Esta estrategia ha sido complementada con una red constante y eficiente de transporte público a través de los célebres autobuses de dos pisos londinenses.

Existe actualmente un desarrollo cada vez mayor de bicicletas mecánicas de alta tecnología, así como bicicletas eléctricas que ayudan a reducir el esfuerzo físico, lo que es importante sobre todo para personas mayores y niños que recorren grandes distancias. Hoy en día están disponibles y accesibles modelos que permiten andar con facilidad de 10 a 15 kilómetros en 30 minutos o menos.

Estas formas básicas deben ser complementadas con transporte regional, masivo, eficiente y seguro; los ejemplos más exitosos de este enfoque se encuentran en Japón y China donde se están consolidando redes nacionales de trenes de alta velocidad (desde 300 hasta 800 km/h) que interconectan en las ciudades con modernas redes de metro y de ahí se puede transitar en autobús,



**Figura 10.** Red de trenes de alta velocidad en China, “Plan 8 verticales y 8 horizontales” (<https://en.wikipedia.org/wiki/>).

**Figura 11.** Redes ferroviarias en China (<https://en.wikipedia.org/wiki/>).

bicicleta o caminar a todos los destinos de las ciudades en menos tiempo y con menor costo (Figura 10).

Las redes ferroviarias sustituyen ventajosamente a la aviación, ya que las estaciones de ferrocarril están ubicadas al centro, permitiendo una comunicación más rápida, cómoda y segura, consiguiendo, además, mayor eficiencia energética y de tiempo de los viajeros. En un país tan extenso y poblado como China, es posible ir y regresar a ciudades que están a 600 kilómetros de distancia en un día, con trayectos de dos horas de centro a centro de las ciudades. Esto equivaldría a un viaje de México a Guadalajara (Figura 11).

### Densidad

Aunque ha sido un tema polémico en múltiples foros de análisis regional, urbano, económico y social, la redensificación de los núcleos urbanos es una de las estrategias urbanas más importantes. Sin embargo, debe existir un equilibrio entre la densificación y el espacio verde público, así como limitaciones en cuanto a la altura y número de departamentos en relación con las áreas verdes. El límite de esta política está condicionada en el acceso al sol o al viento para generar energía suficiente por medios renovables (Green, E., 2017).

El crecimiento suburbano unifamiliar que caracterizó a las ciudades del siglo xx y que colapsó a las ciudades mexicanas en los primeros quince años de este siglo, demostró que no es posible crecer ilimitadamente en vivienda y sin desarrollar simultáneamente los sistemas urbanos de infraestructura, transporte, servicios, equipamiento, industria y áreas verdes. En estas condiciones, la vivienda unifamiliar es inviable y produce graves problemas sociales y económicos (Figura 12).

Es muy lamentable que en un país con necesidad de vivienda como México, más de 250,000 nuevas viviendas financiadas a través del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) estén abandonadas porque resulta perjudicial vivir ahí. En las viviendas abandonadas, la constructora no tomó en cuenta el clima por lo que son o muy calientes o muy frías, el transporte es caro e ineficiente consumiendo hasta el 30% del ingreso y con un promedio de tres horas al día de cada habitante, además, no hay equipamiento de salud, ni educación; no hay áreas verdes; no hay lugares de abasto; los servicios son de mala calidad o inexistentes. Y todo esto se debe a la especulación extrema de las inmobiliarias que han buscado el máximo beneficio con la mínima inversión, sin dar ningún valor a la calidad de vida, al medio ambiente, a la salud física y mental de los habitantes, a la



**Figura 12.** Vista aérea de los nuevos "suburbios" mexicanos de interés social en Hermosillo, Sonora. Sin sombra, sin áreas verdes, sin equipamiento y sin transporte público (Anibal Figueroa).



Figura 13. Urbanismo prehispánico: Acrópolis de Edzna (Natalia Figueroa).

educación y la cultura (*Diario Vanguardia/MX* electrónico, 2018).

La densificación urbana requiere que se provea a los habitantes de áreas recreativas, que se conserven los sistemas hidrológicos, que se prevea la producción de la energía que consumirán, que se incluya transporte efectivo y seguro a un costo accesible para desplazarse a otras áreas de la ciudad o del país, que se cuente con equipamiento de educación, salud, abasto, cultura y esparcimiento, y también que los desarrollos sean accesibles a las fuentes de trabajo.

En este sentido, modelos con densidades medias (de 3 a 8 niveles) dentro del tejido urbano han demostrado ser menos dependientes de la energía que las torres de 20 a 40 niveles, y pueden producir espacios socialmente adecuados con mayor densidad que las viviendas unifamiliares y aprovechar los servicios y equipamiento existentes (Graca, 2017). Algunas de las primeras unidades habitacionales mexicanas son buenos ejemplos de ello: Unidad Independencia, Multifamiliar Juárez, Multifamiliar Miguel Alemán, Unidad Lomas de Sotelo, etc.

### Elementos históricos

Los elementos urbanos históricos deben ser referentes importantes para el nuevo urbanismo del siglo XXI. Desde luego, un antecedente extraordinario de los espacios abiertos es el uso de las plazas y plataformas en las culturas prehispánicas que tuvieron un lugar preponderante en el urbanismo precolombino

al interactuar con la topografía, responder a los rumbos solares funcionando como enormes observatorios donde todos los monumentos tienen una función de orientación, usar el viento para climatizar y desarrollar una acústica extraordinaria que permitía oír claramente las palabras de los gobernantes-sacerdotes en grandes plazas y plataformas, entre otros (Figura 13).

Se han estudiado los recintos ceremoniales prehispánicos desde un punto de vista histórico y antropológico, pero se ha estudiado poco su importancia ambiental y su respuesta a los fenómenos naturales. Conocemos algunas sitios arqueológicos, y muchos de éstos continúan sin ser explorados y reconstruidos, sujetos al saqueo y a la destrucción por el paso del tiempo, la intemperie y el crecimiento de vegetación en ellos. Los sitios que apreciamos hoy en día no son ni remotamente similares a su condición original, pues carecen de sus aplanados y colores, taludes y cresterías, así como de los sistemas hidráulicos que jugaron un papel muy importante en su funcionamiento.

Por otra parte, el legado de 500 años de mestizaje creo una impronta urbana definitiva en casi todos los pueblos y ciudades de México. Sus orígenes son las reales ordenanzas de Felipe II del siglo XVI (Andrzej Wyrobisz, 1980), que en su momento fueron los tratados urbanos más vanguardistas del mundo con una visión renacentista aplicada obligatoriamente a todas las ciudades y pueblos de América y que responde a los cambios sociales, científicos y humanísticos que generó el renacimiento europeo. Las plazas, pórticos, calles, paseos, parques y alamedas de la América Colonial



**Figura 14.** Jardines del Pedregal, Luis Barragán (Aníbal Figueroa).



**Figura 15.** El Bebedero en Las Arboledas, Luis Barragán (Aníbal Figueroa).

merecen ser reconsideradas como elementos urbanos dignos de replicarse e incorporarse al urbanismo moderno, tanto por su significado de identidad cultural como por su pertinencia al clima y a las condiciones locales. Después de todo, la España renacentista de la reconquista era un crisol de las culturas mediterráneas que incluían a romanos, griegos, godos, celtas, árabes y fenicios, que aplicó en el urbanismo colonial la experiencia constructiva de sus culturas.

En el siglo xx existen ejemplos interesantes, sobresale el trabajo urbano de Luis Barragán, el arquitecto mexicano más reconocido a nivel mundial. Sus obras arquitectónicas son internacionalmente admiradas e incluso han sido declaradas Patrimonio de la Humanidad, mientras que su trabajo urbano, más numeroso y relevante, ha pasado casi desapercibido. Barragán desarrolló desde 1940 varios fraccionamientos en la Ciudad de México, Guadalajara, Acapulco y Colima. Su obra urbana es de grandes dimensiones e integra siempre a la naturaleza. En el urbanismo de Barragán, el principal protagonista es la naturaleza, basta observar los nombres de algunos de los fraccionamientos para entender el papel primordial que daba Barragán al entorno natural: Jardines del Pedregal de San Ángel (1942-1955), Las Arboledas (1962-1968) y Lomas Verdes (1968-1972).

La planificación de los proyectos urbanos de Barragán parten siempre de las condiciones naturales del terreno, la vegetación nativa y sus accidentes. En el Pedregal de San Ángel, las dramáticas grietas y formaciones de piedra volcánica son utilizadas como un

elemento decorativo que contrasta con la limpieza abstracta de las edificaciones pintadas en blanco o la ductilidad del agua en estanques y fuentes. En la Figura 14 se observa como Barragán explora la idea de un jardín como lugar de habitar y la casa como un refugio temporal. Busca la extraña belleza de las plantas nativas: el colorín y el palo bobo, que complementa con buganvillas y arbustos para crear un concepto completamente novedoso de los jardines y espacios urbanos exteriores en el siglo xx.

No podemos dejar de mencionar las Torres de Satélite (1955), diseñadas junto con Mathias Goeritz, como la primera escultura urbana a la escala de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Este es un elemento urbano que no tendrá replica en el urbanismo nacional hasta el puente de la Puerta de Santa Fe, de González de León. Las Torres de Satélite son un elemento cuya única función es marcar la entrada al Valle de México. Es una escultura urbana de dimensiones monumentales y colores intensos. Es indispensable caminar junto a ellas para entender sus verdaderas dimensiones. Su geometría efectúa juegos de perspectiva según se le vea entrando o saliendo del Valle o como enormes muros de color en sus vistas laterales a escala peatonal. Son un hito y referente indiscutible del norte de la Ciudad de México.

Por otro lado, en Las Arboledas encontramos nuevamente conceptos urbanos vinculados fuertemente con la naturaleza. Barragán diseña un fraccionamiento basado en la idea de "Paseos" que tiene sus referentes históricos en los paseos de las haciendas, los bulevares parisinos o el Paseo de la Reforma. Sin embargo, en Las Arboledas los

paseos forman la estructura principal del fraccionamiento, dividen secciones y permiten crear circuitos para recorrerlos caminando o montado a caballo. Aquí el espacio público pierde su centralidad hispana en la plaza, para adquirir características escenográficas dinámicas en paseos que pueden ser vistos desde un auto a gran velocidad o caminando al paso de un caballo (Figura 15). De hecho, se diseñan tres sistemas de movimiento: el de los automóviles pavimentado con concreto, el de las aceras sombreadas para peatones y el paseo central en los camellones con arcilla para los caballos y sus jinetes.

Después de más de 50 años de su diseño, los paseos de Las Arboledas han madurado. No hay muchos jinetes, pero sí han demostrado su vigencia siendo usados constantemente por los peatones, tanto como áreas de ejercicio y para caminar. Los largos trazos de los paseos que interrumpen la mayoría de las calles, permiten transitarlos con seguridad a la sombra de los árboles, separando visualmente las viviendas. Son agradables parques lineales que recorren y estructuran toda la superficie del fraccionamiento. Sus pavimentos permeables permiten la recarga de los acuíferos, incluyen numerosos árboles, arbustos y permiten un contacto directo con la naturaleza.

## Conclusiones

Los síntomas de un desarrollo urbano desequilibrado son evidentes, observables y medibles a simple vista en muchos lugares del planeta y también en el territorio mexicano: la destrucción de nuestras selvas, la contaminación de los cauces de agua, la mala calidad del aire en

las ciudades, el congestionamiento de las calles y avenidas, el encarecimiento de la energía eléctrica, el abasto insuficiente de agua potable y, en general, la reducción de la calidad de vida.

Es importante comprender el efecto que los errores de planeación urbana y construcción de infraestructura cometidos en el pasado y en el presente están teniendo sobre el clima global y sobre las condiciones ambientales locales. Ejemplos como Ciudad del Cabo nos marcan claramente la urgencia de actuar para corregir estos problemas, antes de que se vuelvan críticos e irremediables.

Con una visión de sustentabilidad para el diseño del siglo XXI, conceptos urbanos como los de Las Arboledas pueden ser un ejemplo de viabilidad urbana para peatones y ciclistas, pero es importante combinarlos con construcciones de densidad media que cuenten al menos con un 50% del lote como área verde; incluir zonas con usos mixtos comerciales, habitacionales y de servicios, que apliquen normatividad obligatoria para el ahorro y uso eficiente de la energía y los servicios en el diseño de los edificios, conectándolos a la ciudad con sistemas de trenes suburbanos o regionales de alta velocidad; con reglamentación que obligue a la cosecha de agua y a la instalación de sistemas de generación de energía limpia en techos y azoteas, así como promover el desarrollo de centros de trabajo a los que puedan acceder los habitantes caminando, en bicicleta o en transporte masivo para inhibir el uso del automóvil, entre otros.

Todos estos conceptos se deben integrar para encontrar las versiones locales específicas para cada ciudad con Energía Cero Neta (*Net Zero Energy*) que la sociedad contemporánea y el medio ambiente de este siglo demandan con urgencia.

## Bibliografía

- Diario Vanguardia/MX electrónico (2018), "Hay más de 250 mil viviendas del Infonavit abandonadas: El Barzón Popular".  
<https://www.vanguardia.com.mx/articulo/hay-mas-de-250-mil-viviendas-del-infonavit-abandonadas-el-barzon-popular>. 28 Mayo 2017.
- El Universal Electrónico (2015), "CFE deja sin luz a dos municipios de Morelos por adeudo".  
<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2015/09/1/cfe-deja-sin-luz-dos-municipios-de-morelos-por-adeudo>
- El País Electrónico (2018), "Ciudad del Cabo, la agonía de quedarse sin agua".  
[https://elpais.com/elpais/2018/02/09/planeta\\_futuro/1518177674\\_391436.html](https://elpais.com/elpais/2018/02/09/planeta_futuro/1518177674_391436.html)
- Graca, V. Junior y E.C. Casagrande, S. (2017), Sustainability, government laws and the real estate market in Sao Paulo, Brasil, PLEA 2017 Proceedings. Edimburg, UK.
- Green, E. (2017), More versus Better: exploring the tensión between quality and quantity in housing, and the opportunities offered by alternative approaches. PLEA 2017 Proceedings, Edimburg, UK.
- Wyrobisz, Andrzej (1980), "La ordenanza de Felipe II del año 1573 y la construcción de ciudades coloniales españolas en la América", en Estudios Latinoamericanos, No. 7, PL ISSN 0137-3081.
- <http://islaurbana.mx/project/manualesyfichastecnicas/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Highspeed\\_rail\\_in\\_China#/media/File:China\\_Railway\\_High\\_Speed.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Highspeed_rail_in_China#/media/File:China_Railway_High_Speed.png)  
 ONU, FAO, 2011.

