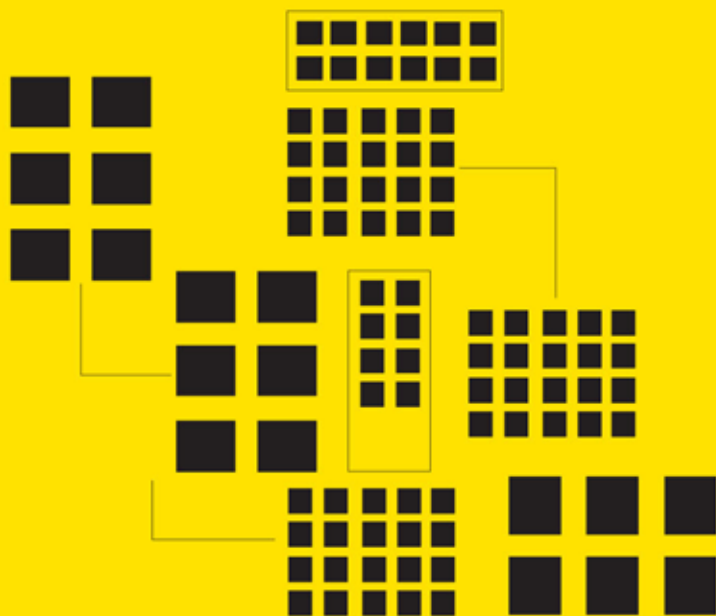


PLANEACIÓN INTELIGENTE DE CIUDADES



Silverio Hernández Moreno
José Antonio Hernández Moreno
Bianca Gilliana Alcaraz Vargas



PLANEACIÓN INTELIGENTE DE CIUDADES



Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca
Rector

Dr. en C.I. Amb. Carlos Eduardo Barrera Díaz
Secretario de Investigación y Estudios Avanzados

Dra. en C.S. Martha Patricia Zarza Delgado
Directora de la Facultad de Arquitectura y Diseño

Mtra. en Admón. Susana García Hernández
*Directora de Difusión y Promoción de la Investigación
y los Estudios Avanzados*

L.L.L. Patricia Vega Villavicencio
Jefa del Departamento de Producción y Difusión Editorial

PLANEACIÓN INTELIGENTE DE CIUDADES

Silverio Hernández Moreno
José Antonio Hernández Moreno
Bianca Gilliana Alcaraz Vargas



Planeación inteligente de ciudades

Primera edición: junio, 2018

ISBN UAEM: 978-607-422-944-8

ISBN EÓN: 978-607-8559-40-4

© Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario núm. 100 Ote.
C.P. 50000, Toluca, México
<www.uaemex.mx>

© Ediciones y Gráficos Eón, S.A. de C.V.
Av. México-Coyoacán núm. 421
Col. Xoco, Deleg. Benito Juárez
México, D.F., C.P. 03330
Tels.: 56 04 12 04, 56 88 91 12
<administracion@edicioneseon.com.mx>
<www.edicioneseon.com.mx>

La presente investigación fue sometida a dictamen en el sistema de pares ciegos externos, con dos resultados positivos.

Proyecto realizado con financiamiento de la Secretaría de Educación Pública-Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria. Número del convenio con la SEP: 2017-15-001-017.

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

En cumplimiento del Reglamento de Acceso Abierto de la Universidad Autónoma del Estado de México, la versión electrónica de esta obra se pone a disposición del público en el repositorio de la UAEM (<http://ri.uaemex.mx>) para su uso en línea con fines académicos y no de lucro, por lo que se prohíbe la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de esta presentación sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de los editores, en términos de lo así previsto por la *Ley Federal del Derecho de Autor* y, en su caso, por los Tratados Internacionales aplicables.

Hecho en México

ÍNDICE DEL CONTENIDO

9	PRÓLOGO
11	INTRODUCCIÓN
17	CAPÍTULO 1 Una aproximación a la planeación inteligente de ciudades
31	CAPÍTULO 2 Tendencia de la arquitectura y la planeación de las ciudades mexicanas hacia el año 2050
49	CAPÍTULO 3 Planeación inteligente de barrios y ciudades basada en las metodologías LEED® Neighborhood Development y BREEAM® Communities
79	CAPÍTULO 4 Diseño de un clúster o racimo urbano para ciudades inteligentes y de bajo carbono
103	CONCLUSIONES
109	REFERENCIAS

PRÓLOGO

En México, como en muchas partes del mundo, la preocupación por el medio ambiente durante la planeación y diseño de ciudades y centros de población, principalmente por parte de arquitectos, urbanistas, desarrolladores inmobiliarios y funcionarios públicos, se ha ido incrementado cada día más y, además, ha sido motivo para ocuparnos de los problemas del cambio climático que están afectando a nuestros sistemas, tanto urbanos, como naturales.

La preocupación de los autores por abordar este tema sobre planeación inteligente de ciudades desde el enfoque urbano-arquitectónico y de desarrollo regional sustentable aporta al interés no solamente general, sino también particular por abordar de manera más detallada temas como: la relación existente entre lo rural y urbano; de impactos ambientales y captura de carbono; del análisis sobre aspectos multifactoriales y multiniveles en el estudio de los asentamientos humanos; del modo en cómo la planeación inteligente debe ir más allá de la cuestión económica, tecnológica y ambiental, permitiendo una mayor calidad de vida y mejorando aspectos sociales de la población como cultura, esparcimiento y, sobre todo, de salud pública de los habitantes, no solamente del medio urbano, sino también de las zonas rurales, las cuales siempre son las más desprotegidas y vulnerables.

Por estas razones, se recomienda la lectura de este libro, mismo que no solamente se basa en la descripción de los conceptos sobre planeación inteligente tradicional, sino que propone un nuevo concepto de inteligencia en la planeación de centros de población los cuales, en su uso, operación y mantenimiento para que generen menos cantidades de impactos ambientales, propicien un mejor desarrollo de las sociedades en materia cultural, de salud y bienestar social. A su

vez, que integren diversas formas de producción económica en las zonas urbanas ante el deterioro y fragmentación inminente de zonas naturales, los cuales son, en muchos casos, ya irreversibles.

Es importante destacar y agradecer el apoyo brindado por la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados (SIEA) y su Dirección de Difusión y Promoción de la Investigación y los Estudios Avanzados (DDPIEA) por la labor de publicar temas de interés científico para la comunidad académica, específicamente en Arquitectura, Urbanismo y Desarrollo Regional Sustentable.

Mtro. Marco Antonio Luna Pichardo

Exdirector de la Facultad de Arquitectura y Diseño
de la Universidad Autónoma del Estado de México

INTRODUCCIÓN

El presente libro tiene, primeramente, la finalidad de que el lector se cuestione acerca del crecimiento desmedido y desordenado de las ciudades en la actualidad. Con ello se pretende que el lector se apropie de nuevos conocimientos para dar soluciones innovadoras en cuanto al diseño, rediseño y planeación urbana se refiere. Lo expuesto en esta obra intenta aportar una guía y/o referencia para la planeación inteligente de ciudades, no solamente en los aspectos ecológicos y económicos, sino también en lo cultural y en lo social.

Los capítulos que integran este libro son producto del trabajo de investigación que realizan los autores en materia de planeación urbana inteligente, diseño arquitectónico sustentable, desarrollo regional sustentable e impacto ambiental y estudios sobre huella de carbono. Este proyecto resalta la gran relación entre el campo y la ciudad, que deriva, en materia de planeación, en una estrecha unión entre lo rural y lo urbano; por tanto, no se trata de un manual de planeación rural ni urbana, sino de un documento que puede ayudar a orientar y guiar la planeación urbana, protegiendo al medio rural e intentando romper con el paradigma tradicional de considerar a la planeación urbana separada de la planeación rural. Es ahí precisamente donde estriba la planeación inteligente desde el enfoque de los autores.

Se sabe que el diseño y la planeación urbana son actividades multifactoriales y que, además, las ciudades son sistemas complejos con difíciles soluciones, pero precisamente la propuesta de este libro se ha realizado bajo un enfoque urbano-arquitectónico inteligente, lo cual delimita sus alcances y objetivos. Su lectura podrá ampliar el criterio de todas las personas interesadas que, de alguna manera, se encuentren relacionadas e involucradas en el desarrollo de ciudades

y centros de población y que se preocupen por brindar a los pobladores buenas condiciones ambientales (calidad del aire, agua, suelo, paisaje, etc.), de movilidad hacia centros de trabajo, comercios, zonas de recreación, así como condiciones de disponibilidad de recursos básicos (alimentos y energía), esparcimiento y promoción de la cultura en diversos tipos de centros de población, además de encontrar nuevas metodologías de diseño y planeación de bajo impacto ambiental (desarrollo de ciudades de bajo carbono).

La mayoría de las ciudades en el mundo están construidas en una economía de consumo de energías de origen fósil con emisiones altas de carbono a la atmósfera, lo que provoca el calentamiento global y el cambio climático. Algunos expertos sugieren que la proporción de emisiones antropogénicas de GEI (Gases de Efecto Invernadero) procedentes de ciudades, representaría entre 40 y 70% del total, mientras que un cálculo sobre el consumo muestra niveles elevados que oscilan entre 60 y 70% (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2011).

En países como México, y en general en todo el mundo, los próximos años existirá el evidente desplazamiento de personas del campo a las ciudades, lo que conllevará la concentración de los habitantes en las urbes. Para 2020 se calcula que 85% de la población pobre de América Latina y 50% de África y Asia se concentren en zonas urbanas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

En Latinoamérica (región con la mayor tasa de urbanización del planeta), más de 80% de los registros por pérdidas relacionados con desastres se dieron en zonas urbanas, y si bien existen variaciones según los países, entre 40 y 70% fueron ciudades de menos de 100,000 habitantes (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2011; Cities Alliance, 2015). Los datos estadísticos apuntan que el riesgo es mayor en centros urbanos pequeños y medianos

que crecen rápidamente, a diferencia de las ciudades de mayor tamaño o en zonas rurales. Esto se relaciona con la capacidad de gestión del riesgo y de inversión, que suele ser débil en las ciudades medianas y pequeñas.

En el contexto interurbano e intraurbano existen diferencias importantes en la vulnerabilidad. Para esto, influyen factores sociales y características físico-ambientales y espaciales. Una buena proporción de los asentamientos surgidos de manera informal en etapas de fuerte crecimiento urbano en áreas periféricas de la región Latinoamérica y el Caribe están ubicados en zonas de riesgo, ya sea por su proximidad a un volcán, su inestabilidad por la pendiente o el tipo de suelo, su cercanía al mar y escasa altura o por encontrarse en zonas inundables (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2011).

Esta situación, que no es ideal, implicará problemas ecológicos como los que ya se están presentando en metrópolis como la Ciudad de México que, por un lado, basadas en un consumo de energía de origen fósil, están elevando los niveles de contaminantes a cifras sumamente perjudiciales para la salud pública, además, claro está, de zonas altamente inundables. Lo anterior se explica por los materiales y los procedimientos de construcción utilizados para la urbanización, mismos que se basan en este tipo de energía de alto impacto ambiental, desde la extracción de las materias primas que, en la mayoría de los casos, impactan ambientalmente desde su extracción y durante toda su vida útil hasta su disposición final y desecho.

Por ello, el presente libro, como propuesta de soluciones prácticas de los autores, se enfoca, principalmente, en el diseño y planeación de un clúster (racimo) urbano para ciudades inteligentes y de bajo carbono como modelo de diseño urbano inteligente. Esta propuesta se apoya y se complementa con metodologías de diseños ambientales como los realizados bajo modelos como el LEED®, el BREEAM® Communities y el

Código de Edificación de Vivienda de la Comisión Nacional de Vivienda (CEV-CONAVI®), mismos que también se exponen, revisan, analizan y sintetizan en este trabajo para generar una propuesta de planeación de diseño inteligente de ciudades y de bajo carbono, adaptado a México. LEED® Neighborhood y BREEAM® Communities, si bien son modelos internacionales que no podemos aplicar directamente a nuestro contexto, sirvieron de referencia básica para la propuesta de un modelo propio expuesto, el cual está debidamente fundamentado también con la revisión de normatividad actual.

Como se ha mencionado, *Planeación Inteligente de Ciudades*. está estructurado en cuatro capítulos. El primero lo conforma una introducción a la planeación inteligente de ciudades en la que se describe y analiza la importancia del diseño y planeación de ciudades de bajo carbono. El segundo da un panorama general respecto a la tendencia de la arquitectura y la planeación de las ciudades mexicanas hacia el año 2050, a manera de prospectiva y bajo un método replicable y de fácil entendimiento. En el tercer apartado se propone una planeación inteligente de barrios y ciudades basada en las metodologías internacionales LEED® Neighborhood Development y BREEAM® Communities, la cual presenta estrategias novedosas y adaptadas al contexto mexicano para incluir en la planeación y diseño de ciudades nuevas formas y alternativas de bajo nivel de carbono con beneficios no solamente ambientales, sino también económicos y sociales. Por último, en el cuarto capítulo se presenta la propuesta de los autores respecto al diseño de un clúster o racimo urbano para urbes inteligentes y de bajo nivel de carbono, el cual puede servir como ejemplo y/o patrón de diseño en escuelas de arquitectura y planeación urbana, o en los despachos y dependencias gubernamentales encargados de planear y diseñar las ciudades o parte de ellas, pues, aunque no es el mismo nivel de tratamiento en la escuela que en lo profesional, sería de gran utilidad como

un esquema básico de planeación y como una metodología que amplíe los criterios de diseño y planeación en las ciudades y sus partes, así como la toma de decisiones en materia de planeación.

De este modo, al finalizar el libro, el lector encontrará una serie de conclusiones generales, con las que se pretende consumir los conocimientos del trabajo e integrar los principales aspectos y conceptos que los diseñadores y planeadores de ciudades deben considerar en las etapas tempranas de planeación de urbes inteligentes, mismas que integren energías alternativas de tipo renovable y ecológicas para que combatan el cambio climático como un hecho ya comprobado.

Los autores del presente libro esperan que este trabajo sea para el lector una guía práctica, que aporte nuevos conocimientos a sus diseños y planeaciones urbanas a la planeación rural, así como del tipo arquitectónicas, pues este proyecto es un esfuerzo conjunto emanado de investigaciones referentes a la disminución del nivel de carbono en ciudades, bajo un nuevo enfoque de lo que actualmente se está denominando ciudades inteligentes; mismas que, además de atender a criterios de sustentabilidad, también procuran aspectos culturales, de esparcimiento social y de urbes que integran verdaderamente los aspectos económicos con los ambientales para mejorar la situación de sus pobladores, acrecentando su calidad de vida en términos cuantitativos y cualitativos.

CAPÍTULO 1

Una aproximación a la planeación inteligente de ciudades

Actualmente, el conocimiento acerca de la planeación de ciudades con enfoque científico es, por mucho, de gran importancia porque los modelos con que actualmente se edifica la mayoría de las urbes en el mundo han quedado obsoletos y no responden a las necesidades reales de albergar un mejor futuro para todos. La nueva ciencia de las ciudades no solamente ofrece un innovador conocimiento para la planeación y diseño eficiente y sustentable, sino también proporciona otros métodos, modelos y herramientas especializados que permiten la aplicación de dicho conocimiento para que desemboque en la implementación de tecnologías de tipo ambiental que ayuden a mitigar, reducir y eliminar de manera inteligente los principales impactos ambientales, los cuales se sintetizan en:

- Emisiones de gases efecto invernadero y sus equivalentes a la atmósfera.
- Contaminación directa o indirecta de cuerpos de agua destinados a sostener la naturaleza y para el propio consumo humano.
- Contaminación directa e indirecta del suelo y sus componentes.
- Fragmentación del medio natural de donde proviene la mayoría de los recursos que se consumen en las urbes.
- Deterioro de los ecosistemas, paisaje y recursos bióticos y abióticos que conforman el medio ambiente en todas sus escalas y niveles.

Las nuevas tecnologías como el uso de sistemas expertos de próxima generación para el mejoramiento del diseño y pla-

neación de ciudades están empezando a usarse (Tsuboi et al., 2016: 404) como respuesta a una mejor planeación de las dinámicas urbano-territoriales y para el control cuantitativo y cualitativo de los flujos de recursos del campo a la ciudad, determinado por el metabolismo urbano.

Parte de la problemática es la migración del campo a la ciudad que trae consigo innumerables problemas de todo tipo, económicos, ambientales y sociales, pero, sobre todo, culturales. Se cree, por ejemplo, que al migrar a las ciudades las personas resuelven todas sus necesidades, pero muchas veces ocurre lo contrario, ya que, generalmente, la gente que emigra tenía una mejor calidad de vida en el campo y/o en sus lugares de origen que bien podrían ser poblaciones pequeñas.

El aumento de la población urbana demanda el crecimiento de las ciudades y, por tanto, cambios en el uso de suelo que, por lo general, consideramos que es el peor problema cuando se buscan causas de la fragmentación del medio natural ya que la balanza se encuentra totalmente desnivelada; así, lejos de conservar sus recursos, los pierde a causa de la urbanización excesiva y sobreexplotación de recursos naturales que terminan en el abastecimiento de las ciudades.

En muchas ocasiones, el tema de la sustentabilidad ha sido mal entendido, pues lejos de proponer ciudades y desarrollos realmente sustentables y eficientes, dejan de lado los aspectos sociales, culturales, las tradiciones y costumbres que están arraigadas en la sociedad y que cada día se van perdiendo, ya que se confunde el término sustentable con lo puramente ecológico y económico y, aunque el aspecto ecológico y ambiental es de gran importancia, cuando se trata de sustentabilidad también existen las partes sociales y culturales de la comunidad, que son igual de importantes que los aspectos ambientales y económicos.

En el presente libro el término *planeación inteligente* se refiere, principalmente, al uso de la ciencia y la tecnología

en la planeación de ciudades y centros de población que, en efecto, deben ser sustentables, pero además tienen que promover la cultura, la educación, el esparcimiento sano de la población y disminuir las diferencias extremadamente marcadas de tipo socioeconómico entre la sociedad, para así romper con el paradigma tradicional y obsoleto sobre planeación urbana, mismo que deja a un lado los usos de suelo de tipo rural (principalmente de producción a pequeña y mediana escalas de alimento y energía) pues divide a las ciudades entre ricos y pobres, cultos e incultos. Además, se piensa que existen cantidades de recursos naturales llevados desde zonas rurales que fragmentan y deterioran notablemente el campo y sus pobladores, aspecto que desafortunadamente es irreversible en la mayoría de los puntos geográficos deteriorados tanto en México como a nivel mundial.

Por ende, los problemas en el medio urbano y en el rural están creciendo aceleradamente debido, principalmente, a la expansión demográfica y a la transformación de la sociedad, por lo que esto no solamente conlleva la necesidad creciente de explotar los recursos naturales para alimentación, vestido, vivienda, transporte, esparcimiento, salud, etc., sino que se necesita educar a la sociedad y a los gobiernos para concientizar acerca de lo que viene por las diferencias que se están manifestando en el marco del cambio climático: escasez de recursos naturales, hambre, migraciones, desempleo, deterioro de la salud pública y pérdida paulatina de valores morales ante la solución de problemas cotidianos.

Una aproximación urbano-arquitectónica a la planeación inteligente de ciudades

Diversas fuentes confiables mencionan que la planeación de ciudades inteligentes recae básicamente en la sustentabilidad y que, al mismo tiempo, deben ser ciudades eficientes en varios aspectos (principalmente en lo referente a energía

y al manejo de agua y desechos), pues deben proveer una alta calidad de vida a sus habitantes a través del óptimo manejo de los recursos (Calvillo *et al.*, 2016: 274; Chourabi *et al.*, 2012: 2291; IBM, 2016; Morvaj *et al.*, 2011: 2). Resulta importante mencionar que la parte social, tradicional y cultural de las ciudades se ha descuidado en su planeación y diseño, sobre todo cuando la parte económica influye tanto y afecta la cuestión ambiental, por lo que es necesario comentar que las ciudades no son incluyentes y que están marcadas por desigualdades de todo tipo.

Inclusive, podemos observar que la parte económica y ambiental en la tendencia actual de planeación de las ciudades no es considerada de forma inteligente y resulta obsoleta, ya que, por ejemplo, en lugar de planear y diseñar ciudades que puedan albergar espacios para autoproducción de alimentos y energía en pequeña y mediana escala, todo recurso se extrae del campo y de zonas rurales (en ocasiones muy alejadas de los centros de consumo), las cuales están quedando alarmantemente fragmentadas, al grado que, en la mayoría de los casos, este deterioro es irreversible e irremediable. Lo que la naturaleza ha tenido durante años, el ser humano lo está destruyendo en unas cuantas décadas.

Por tal razón, en este trabajo se resalta la gran relación entre el campo y la ciudad, que deriva, en materia de planeación del metabolismo urbano, en una unión estrecha entre lo rural y lo urbano. De esta forma, si no cambiamos el modelo o los modelos obsoletos de urbanización en el mundo, muy pronto la mayoría de las grandes ciudades pueden colapsar; lo peor es que las zonas naturales que proveen la mayoría de los recursos a las ciudades ya están en un proceso de deterioro y fragmentación, en muchos casos irreversibles, como ya se había señalado.

Por otro lado, el consumo de recursos de todo tipo en las ciudades (figura 1) define su "metabolismo urbano", entendido como el flujo de entradas y salidas de recursos como

energía, agua, materiales, desperdicios, etc., que se consumen en las ciudades y poblaciones (Kennedy *et al.*, 2007: 45).

Figura 1
Diversos recursos materiales que requieren los procesos constructivos y de urbanización



Fotografía: Silverio Hernández Moreno (2014).

La anterior imagen muestra que durante la construcción de edificios y ciudades existe un gran flujo de recursos de todo tipo, principalmente materiales y humanos que permiten cubrir las necesidades, en este caso de urbanización, pero que, de alguna manera, y aunque en la fotografía no sea muy nítida, sabemos que esos recursos se tomaron del medio natural después de fragmentarlo, lo que provoca el deterioro y la desprotección. Muchas veces, las constructoras no consideran la procedencia de los recursos, es decir, si éstos son regionales, importados, de procedencia lícita, contaminantes, etc. Por ejemplo, en México es muy común que la mayoría de la madera usada para cimbra sea clandestina y se venda en las madererías como lícita, inclusive con factura, pero ello dista mucho de ser una práctica sustentable e inteligente.

El Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018 del gobierno de México menciona que se debe transitar hacia un modelo de desarrollo urbano sustentable e inteligente,

en lo cual todos coincidimos, pero dicho programa no menciona cómo se puede lograr esto e, inclusive, algunas partes se contraponen a la verdadera planeación de tipo inteligente. Por ejemplo, menciona la densificación de las ciudades (figura 2) como parte de las características del buen diseño y planeación, pero no deja claro si esto sería una medida general y predominante en la planeación.

Figura 2
Tendencia a la densificación de ciudades como estrategia de diseño sustentable del sitio



Fotografía: Silverio Hernández Moreno (2014).

De este modo, en el presente trabajo se propone, entre otras soluciones, que la densificación sea implementada de forma parcial, además de paulatina, ya que, como se verá en el capítulo cuarto, en la tabla 2 se propone un nuevo modelo de urbanización y de ruralización de las ciudades para fines de producción autosuficiente de alimentos y de energía, con un mejor control en la movilidad y el transporte, por lo que la densificación masiva no sería ni útil ni necesaria, sino controlada y estratégica para algunas ciudades con determinadas características de morfología y crecimiento, tomando en cuenta como variable más importante los usos del suelo.

La figura 2 muestra la construcción y la urbanización de un área comercial, de oficinas y unidad habitacional de la ciu-

dad de *Stuttgart* en Alemania, en donde la planeación entre el campo y la ciudad está equilibrada. De este modo, la densificación de las ciudades de este tipo (industriales) se justifica porque el suelo es muy caro, además de todas las otras ventajas que tiene densificar áreas urbanas, principalmente económicas y de movilidad urbana. Por tanto, en materia de planeación urbana inteligente, se cree conveniente densificar parcialmente la vivienda, comercio y lugares de trabajo y no hacerlo en áreas como zonas de esparcimiento, cultivo y recreación.

Aunado a esto, en este libro se pretende enfatizar que los modelos de planeación urbana, encaminados al aumento o expansión de mega ciudades, no corresponden a una planeación inteligente, ya que lejos de ser solución al problema de urbanización en el mundo, las megalópolis solamente seguirán generando problemas de todo tipo, principalmente de tipo ambiental y social por las grandes distancias que se tienen que recorrer y por las grandes superficies de suelo con vocación agrícola y forestal que llegan a cambiarse.

También es importante señalar que la planeación y el diseño de ciudades "inteligentes" no necesariamente debe incluir la implementación de tecnologías de automatización basadas en inteligencia artificial como algunos autores refieren (aunque esto podría ser parte de la planeación a futuro en ciertos contextos y regiones), sino que el término *inteligente* se utiliza en este libro más bien como una acepción a la inteligencia del ahorro de recursos, protección al medio ambiente y aumento en la calidad de vida del habitante común en las ciudades, para que estas ciudades alberguen no solamente el desarrollo económico que las rige, además del desarrollo cultural que necesitan las poblaciones para encontrar armonía.

En su defecto, la planeación inteligente también debe incluir el correcto uso y aplicación de tecnologías de menor impacto ambiental, de larga vida útil y de bajo mantenimiento, sobre todo para diseñar equipamiento e infraestructura

urbana sustentable que responda a las necesidades básicas de los habitantes (agua, energía, alumbrado, transporte, etc.) y, como tal, es un aspecto clave en la planeación de ciudades inteligentes, lo cual debe estar encaminado no solamente a los servicios públicos tradicionales de distribución de agua potable, alimentos, energía y manejo de desechos, etc., sino también a la producción y control en áreas urbanas de estos recursos para no afectar más al medio natural y a las zonas rurales; que, como ya se mencionó, están altamente fragmentadas y desprotegidas por causa de los consumos realizados en zonas urbanas.

Algunas recomendaciones y sugerencias sobre el diseño y planeación inteligente de ciudades

Resulta preocupante para la especie humana pensar cómo va a cubrir sus necesidades de habitabilidad para los próximos 20, 30 o 50 años ya que, por ejemplo, tan sólo en China se espera que en 20 años 75% de su población total viva en ciudades, por lo que no solamente se espera que las ciudades crezcan, sino también que surjan nuevas urbes para cubrir dichas necesidades (The State Council, 2014: 5), por lo que el diseño y la planeación inteligente de ciudades se deben basar en tres pilares fundamentales (Rassia y Pardalos, 2014: 9-20):

1. Mejorar la calidad de vida de los habitantes (que incluye la parte social y cultural, además de lo ambiental y económico).
2. Promover la sustentabilidad en las ciudades, principalmente en lo que respecta a consumos de energía y alimentos.
3. Promover el desarrollo económico de las ciudades o asentamientos humanos a favor del desarrollo social y comunitario.

4. Incluir, dentro del diseño y la planeación urbana, usos de suelo de tipo rural, por ejemplo la producción de alimentos y energía en pequeña y mediana escala, complemento con usos de suelo típicamente urbano. Lo cual nos daría un nuevo tipo de ciudades más sustentables y verdaderamente inteligentes, en el sentido del aprovechamiento de los recursos para mejorar la calidad del hábitat y de los ecosistemas involucrados, lo cual se contrapone a la inteligencia en el sentido de sistemas computacionales y tecnologías afines. Ante ello, se debe aclarar que, independientemente de su uso o aplicación, el adjetivo inteligente en el presente libro no se refiere por completo a lo tecnológico.

En México y en países como los latinoamericanos lo que más requerimos son ciudades en donde se promueva el desarrollo económico y la seguridad social y, al mismo tiempo, se promueva la cultura y el esparcimiento responsables (entendido como distracción y entretenimiento sanos lejos de las actividades que puedan generar un vicio o incluso enfermedades de todo tipo), en beneficio del medio ambiente y de la calidad de la salud pública.

En México aún no podemos desbordarnos ni equipararnos con los países desarrollados en materia de nuevas tecnologías, pero sí podemos crecer paulatinamente hacia un mejor desarrollo, usando tecnologías de bajo impacto ambiental pero, sobre todo, siendo soberanos y autosuficientes en nuestra producción de alimentos y en la generación de energía, que son las bases del desarrollo de cualquier país.

En la planeación inteligente de ciudades, los gobiernos tienen un papel primordial, ya que son quienes toman las decisiones más importantes y, además, son los responsables de asesorarse con los mejores especialistas (principalmente en materia de desarrollo urbano y arquitectura para estos casos) para poder conformar planes de desarrollo que integren los

siguientes 10 puntos básicos para la planeación de ciudades inteligentes de bajo carbono que se proponen en este libro:

1. Conservación de la biodiversidad del lugar, incluyendo la conservación de los recursos no solamente bióticos (flora y fauna), sino también abióticos (clima, topografía, suelo, cuerpos de agua, atmósfera, etc.) y del paisaje.

2. Respeto y mejoramiento del uso de suelo y de los planes urbanos regionales y locales. Esto se refiere a que a partir de los planes de desarrollo urbano locales y regionales se puedan integrar las estrategias sobre cambio climático para coadyuvar en la disminución de impactos ambientales nocivos, específicamente por emisiones de carbono a la atmósfera. Se ha confirmado que el cambio de uso de suelo, generalmente de vocación forestal a habitacional o agrícola, es muy dañino para el medio ambiente y, desafortunadamente, muy común en todo el mundo, causando desequilibrio ecológico, aunado al uso de combustibles fósiles, provocan severo aumento en el calentamiento global (Cheung y Fan, 2013: 433) y, además, destruyen el ciclo climático natural, particularmente las recargas de agua, lo cual conlleva casi siempre erosión y daño a los ecosistemas y la biosfera.

3. Planeación urbana sustentable y diseño arquitectónico sustentable. Esto debe incluir manejo sustentable del sitio, del agua, de la energía (tanto pasivamente como activamente), materiales y desperdicios de la construcción respecto al interior y exterior de los edificios, también la planeación de la durabilidad en la infraestructura y equipamiento urbano (Hernández, 2010: 23).

4. Manejo sustentable de parques y jardines en las ciudades, incluyendo reforestación y captura de carbono. Las áreas verdes capturan carbono y es muy importante que en las ciudades se disponga de ellas no solamente para eliminar el carbono, sino también para mejorar el nivel térmico

en el ambiente y recargar los mantos acuíferos disponibles (Wilcox, 2012).

5. Manejo sustentable del transporte y la movilidad en las ciudades. Referente a la gestión y planeación sustentable de la infraestructura de transporte en las ciudades, principalmente mediante el establecimiento de esquemas de transporte alternativo como bicicleta, motocicleta y transporte público que incluyan camiones, trenes y otros vehículos que utilicen energías limpias y libres de carbono. Esto a través de reducir el uso de vehículos particulares y aumentando la peatonalización y desmotorización en las ciudades (Thomas *et al.*, 2014: 73). En las urbes mexicanas, como sucede en muchos países del mundo, la relativa facilidad que ofrece el mercado de vehículos automotores está generando sobredensidad de unidades en las ciudades, por lo que la mayoría de éstas no cubren la infraestructura necesaria para tales flotillas. Por tal motivo, se realizan esfuerzos como los programas “Hoy no circula” que mitigan muy poco dicha problemática. Las soluciones que se deben incrementar en México son principalmente: a) incorporar las flotillas vehículos de baja emisión basados en combustibles limpios o motores ahorradores; b) uso de combustibles ecológicos, principalmente electricidad para trenes y autobuses (producida por plantas hidroeléctricas locales); c) aumento y mejoramiento del transporte público; d) peatonalización y uso de bicicletas; e) mejoramiento de la infraestructura urbana para la movilización de bicicletas, motocicletas, peatonalización y transporte público (Hickman *et al.*, 2010); f) disminución de los costos de transporte, principalmente de gasolina, diésel y peaje.

6. Infraestructura y equipamiento sustentable a través del diseño y planeación urbana. Esto a través de su diseño y planeación, caso específico de la densificación de las ciudades, lo cual ayudaría en la eficiencia de la infraestructura e instalaciones requeridas por m^3 (Welzig y Steixner, 2012:

41-179), aunado al propio diseño sustentable (Hernández, 2010: 25).

7. Manejo integral de residuos, incluyendo los de la industria de la construcción. Es muy importante que los municipios, en coordinación con los encargados de las obras de construcción, se hagan completamente responsables de los desechos de construcción generados en las ciudades (figura 3). El ayuntamiento tendrá la obligación no solamente de la administración de los desechos municipales, sino también de establecer esquemas para el reciclamiento municipal de residuos de la construcción. Por ejemplo, un estudio realizado en Japón muestra que una de las formas en las que mejor podemos reducir las emisiones de carbono por la industria de la construcción es disminuir los materiales constructivos, específicamente la reducción del acero, el aluminio, la cal y el cemento en los edificios, sustituyendo, en algunos casos, el concreto y los morteros, ceniza volante de desperdicio de alto horno en lugar de cemento y cal en los que no se requieren resistencias mecánicas elevadas (Dong *et al.*, 2014).

La imagen muestra dos contenedores en los que se están separando distintos tipos de metal (acero y aluminio), lo cual no solamente es de utilidad para iniciar su reciclamiento, sino que además permite el libre flujo de recursos en entradas y salidas del área de construcción, debido a la organización, planeación y ejecución.

8. Planeación de la durabilidad y vida útil de los componentes de las ciudades. Es muy importante para la realización de inventarios por ciclo de vida de productos el estudio de su durabilidad y vida útil para poder estimar cuantitativamente los impactos ambientales que de ello se deriva. Caso específico de la Evaluación por Ciclo de Vida (ECV) de productos de la construcción que están generando una determinada cantidad de carbono a la atmósfera y otros impactos al ambiente. También es relevante diseñar los componentes constructivos por durabilidad, con la finalidad de que cumplan con la vida

Figura 3

Manejo ecológico de desechos y desperdicios, producto de la industria de la construcción



Fotografía: Silverio Hernández Moreno (2014).

útil esperada y, sobre todo, para disminuir los costos de mantenimiento y reemplazos tanto en edificios como en todos los componentes de las ciudades (Hernández, 2015: 25-26).

9. Conservación de suelo, aire y agua. Todas estas acciones van encaminadas a la protección de tales elementos, pues en ellos se ven afectados todos los recursos bióticos y abióticos con los que contamos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012: 34-54).

10. Prevención y mitigación de riesgos en las ciudades. Este punto es de vital importancia para establecer mecanismos que protejan al ser humano de posibles inundaciones, sismos, huracanes, etc., causadas, principalmente, por efectos globales en el clima (Harlan y Ruddell, 2011; Li *et al.*, 2011).

Conclusiones de capítulo

En este primer capítulo se concluye que es necesario un cambio de paradigma respecto al uso de modelos obsoletos de planeación urbana existentes, pues lejos de crear ciudades

y poblaciones habitables, generan y aglutinan numerosos problemas de todo tipo vertidos en áreas exclusivamente urbanas y que, además de esto, fragmentan al medio rural y natural, disminuyendo su capacidad para crear recursos que mantienen a los centros de población.

La idea de los autores respecto al estudio de ciudades inteligentes es abordar desde el enfoque urbano-arquitectónico, primeramente, la problemática que conlleva seguir con los mismos modelos de planeación urbana, que lejos de proteger a la mayoría de sus habitantes, privilegian a un número muy reducido; segundo, reconocer que la urbanización, modificación, construcción, reconstrucción de ciudades impacta directamente al medio natural, fragmentándolo y deteriorándolo, de tal manera que propicia que se agoten los recursos y se vuelva un problema multifactorial (económico, político, ambiental, social y cultural).

La planeación inteligente de ciudades y centros de población es una solución parcial pero esencial para la solución de dicha problemática de la que pueden surgir soluciones integradoras, incluso desde otros enfoques y disciplinas (biología, ingeniería forestal, química, botánica, ingeniería agrónoma, eléctrica, ambiental, civil, etc.), sirviendo como aglomerante en la solución de los problemas de tipo urbano-arquitectónico y del cambio climático.

CAPÍTULO 2

Tendencia de la arquitectura y la planeación de las ciudades mexicanas hacia el año 2050

La arquitectura y planeación urbana de la actualidad es muy contrastante en países en vía de desarrollo como México y Latinoamérica, principalmente porque la mayoría de las ciudades están notablemente divididas en sectores y barrios por clases sociales y nivel del poder adquisitivo de la población, por lo que representa un desafío para urbanistas, aunque sabemos que esto se relaciona con los sistemas económicos empleados en los modelos económicos por cada país (Urquidí, 2002: 9), no sólo de países en vías de desarrollo, sino también de los desarrollados. Así, las carencias económicas, culturales y sociales se reflejan no nada más en el ingreso *per capita*, sino también en las ciudades y sus componentes.

En países como México, el *quehacer* arquitectónico y urbano está definido o determinado, en parte por los ingresos económicos de la población; esto se deriva en la marcada diferencia de los distintos sectores y barrios en materia de servicios, infraestructura, equipamiento urbano y arquitectónico, lo cual es comprensible (porque el sistema económico existente así lo permite), pero no quiere decir que sea lo conveniente ni lo justo para un buen desarrollo inteligente de ciudades y de la salud pública que éstas deben resguardar.

En ese sentido, se ha reducido la capacidad de crecimiento económico y de inversión pública/PIB en México, de 12% en 1992 a 4-6% en 2016. Al mismo tiempo, se han afectado otros equilibrios macroeconómicos en los últimos 25 años, por lo que también el ingreso económico *per capita* en México se ha visto reducido y, por tanto, el poder adquisitivo de la población (Foncerrada, 2015; Loría, 2016). Así, la parte social también ha sido afectada durante todos estos años en una marcada desigualdad en los asentamientos humanos.

Con base en lo anterior, el *quehacer* urbanístico en México ha sido y está determinado por acciones e intereses políticos y económicos de los responsables directos del desarrollo colectivo en cualquier país, es decir, de los actores de gobierno y empresarios respectivamente e, incluso, de intereses extranjeros en los recursos del país que por siglos han explotado de manera indiscriminada, resolviendo primero sus necesidades y, posteriormente, las necesidades de la mayoría de la población, lo cual en México se ha convertido en un círculo vicioso de cada sexenio.

El objetivo de este capítulo es analizar cómo se hace (diseña y planea) la arquitectura y el urbanismo en las ciudades mexicanas con enfoque y aproximación humanista, social y ambientalmente responsable, desde la actualidad y, principalmente, cómo se hará en México en un futuro próximo (alrededor de 35 años, es decir, hacia el año 2050 aproximadamente).

Para esto se deben considerar implicaciones globales con un enfoque sustentable e inteligente, desde el punto de vista del arquitecto y del urbanista, para conocer los factores que inciden en el diseño y la planeación de las ciudades y cómo las tendencias internacionales y la globalización de la industria de la arquitectura y de las edificaciones actuales van marcando la pauta del desarrollo de las urbes, tanto en su arquitectura, como en su construcción y planeación con una perspectiva social y humanística, así como en lo tecnológico-inteligente de la arquitectura de bajo carbono.

El caso de China es un claro ejemplo de cómo la tendencia a la urbanización masiva y a la formación de megaciudades traerá como consecuencia mayores problemas y dificultades; no obstante, este país está trabajando para cambiar tales modelos de planeación urbana obsoletos y que definen, además de marcadas diferencias sociales y económicas, problemas ambientales y de deterioro del medio natural y rural.

Una de las soluciones de China al problema del crecimiento urbano desmesurado es la creación de nuevos asentamientos humanos, referentes a la formación de nuevas aldeas cada día con mayores servicios públicos y comunitarios. Se estima que tal país posee alrededor de 800,000 aldeas en su territorio y que la tendencia de emigrar a las ciudades está disminuyendo, propiciando que 1 de cada 7 habitantes a nivel mundial viva ahora en una zona rural de China, con mejores servicios que en las áreas urbanas (Dumreicher, 2008).

Por lo tanto, urbanistas y arquitectos comienzan a implementar nuevos procesos, métodos, modelos ambientales de edificación y tecnologías como sistemas de cómputo, maquinaria, equipo, materiales y sistemas constructivos que, según este estudio de prospectiva, se utilizarán al menos hacia los próximos 35 años (2050) o un poco más, con una fuerte revolución tecnológica en materia de nanotecnología, diseño por durabilidad y por calentamiento global (con el fin de reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y todos sus efectos nocivos).

En lo referente a este estudio de prospectiva, se eligió un periodo de tiempo a futuro de 35 años debido a la seguridad que hay actualmente respecto a la vigencia de la utilización de algunos procesos y métodos, por ejemplo: el modelo Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®) o Building Research Environment-Environmental Assessment Method (BREEAM®) (LEED®, 2014) y técnicas en materiales y sistemas constructivos como concretos a base de cementos nuevos y recientes aleaciones y polímeros.

Aunado a lo anterior, también se asegura que el Diseño Asistido por Computadora (CAD por sus siglas en inglés) tendrá mayor desarrollo, apuntando a un nuevo *software* y recientes herramientas de diseño y construcción, que día con día están facilitando el trabajo a un determinado sector de prestadores de servicios, pero que, indudablemente, están acompañados cada vez más de otros procesos y fenómenos

que contrastan entre sectores de la población que, desafortunadamente, no tienen acceso directo a estas nuevas tecnologías que dominan el mundo del diseño y la planeación de las ciudades con enfoques consumistas en el uso de suelo y de los recursos naturales disponibles, que lejos de ser una solución, son el problema principal y actual del desarrollo inteligente y equitativo en las ciudades, por lo menos hasta el año 2050.

Tan sólo el uso de diseño bioclimático en proyectos de arquitectura (adecuada orientación del edificio para el control de ganancia y pérdida de calor, así como de la eficiente iluminación natural, lo cual está sugerido en modelos como LEED® y BREEAM®) a través del *software* especializado para simulación, representaron en una muestra de 50,000 ft² de oficinas en Seattle en Estados Unidos, un ahorro de alrededor de 15 a 18% del costo anual (Hamedani y Smith, 2015).

Enfoque prospectivo: tendencias hacia el año 2050

Se sabe que los estudios de prospectiva sobre cualquier tema pueden resultar ambiguos en muchas ocasiones, por tal motivo este análisis se basó en los elementos de diseño y de las variables en materia de planeación y construcción que actualmente son seguras y que se están implementando con certeza, hacia un periodo de tiempo relativamente corto en el futuro (35 años).

Hoy en día hay tendencias reales en materia de desarrollo inmobiliario que se han generado e implementado con éxito en otros países, como Alemania, Holanda, Japón o Estados Unidos (Mittal y Kashyap, 2015: 206) quienes no solamente marcan la pauta económica, política y científica a nivel mundial (Peiser, 2015), sino también las tendencias en materia de planeación, diseño y construcción por su amplio desarrollo tecnológico y de patentes, materiales y sistemas de construc-

ción innovadores, lo que, para bien o mal, influyen en México y Latinoamérica en cuestiones de arquitectura y urbanismo.

Implicaciones sociales, económicas y ambientales identificadas que rigen cambios globales en materia de planeación, diseño y construcción de las ciudades

En la actualidad y en los próximos años resulta importante generar e implementar nuevos modelos de arquitectura y planeación urbana inteligente en México si se desea mejorar la calidad de vida de la población y activar la economía nacional, enfrentando situaciones nuevas para arquitectos y urbanistas marcados por el calentamiento global y el desarrollo acelerado de nuevos materiales nanométricos y tecnología informática de punta. Por ende, tanto el objetivo principal de esta investigación, los factores sociales, ambientales y económicos, como el método planteado mostraron los siguientes resultados.

a) Factores sociales identificados ante los cambios globales en materia de diseño y planeación de las ciudades

En el año 2050, 70% de la población mundial vivirá en áreas urbanas (Jamieson, 2011), lo que traerá como consecuencia diversas necesidades de infraestructura y equipamiento urbano, así como oportunidades de trabajo y suelo urbanizable. Los diseñadores y urbanistas de la ciudad (incluyendo la mayoría de los generadores de proyectos pequeños y medianos) de hoy y hacia 2050, serán realizados cada vez más por empresas pequeñas y medianas, con una tendencia a la baja de grandes constructoras y firmas de diseño, las cuales se enfocarán solamente a proyectos muy grandes o megaproyectos como aeropuertos, presas, plantas de energía, etcétera.

b) Factores ambientales identificados ante los cambios globales en materia de diseño y la planeación de las ciudades

Las cuestiones ambientales son los factores que más inciden e influirán en los cambios globales del diseño y la planeación de las ciudades. Al revisar la tendencia de la industria actual y hacia 2050, se observó que estamos en un periodo de transición en el que la energía, derivada del petróleo, marcará el cambio radical o el punto de quiebre dentro de 35 a 40 años, periodo en el que se estima que las últimas reservas de petróleo estarán en Venezuela, Arabia Saudita, Canadá, Iraq, Rusia y Estados Unidos (Li *et al.*, 2009: 380; Kontorovich, 2009: 239). Por lo que la tendencia de hoy y hacia 2050 en la planeación de ciudades es mantener y acrecentar el diseño inteligente, sustentable y de bajo carbono con el uso y aplicación de metodologías y modelos ambientales en edificación, tales como LEED® y BREEAM®, los cuales son modelos probados de diseño ambiental, líderes en el ramo (LEED®, 2014), por lo que surgirán nuevos modelos ambientales para la edificación y urbanización, siempre y cuando mantengan los principios de sustentabilidad con base en los siguientes rubros de diseño:

- Diseño durable
- Diseño flexible e innovador
- Diseño sustentable del sitio del proyecto
- Diseño sustentable del agua en los edificios
- Diseño sustentable de la energía en los edificios (tanto pasivamente como activamente, incluyendo el uso de energías alternativas de tipo renovable)
- Diseño sustentable de materiales y desperdicios de la construcción
- Diseño sustentable del confort y de la calidad al interior de los edificios.

Lo anterior con el fin de reducir los impactos ambientales causados por la edificación y, por consecuencia, la intención de reducir el CO₂ a través del diseño y construcción inteligente en todas las escalas. Se prevé que en este periodo (2015 a 2050) el diseño por durabilidad, aunado al diseño sustentable e inteligente, será usado cada vez más por diseñadores, arquitectos, urbanistas, constructores y desarrolladores inmobiliarios.

Los siguientes rubros o categorías son claves en el diseño sustentable de edificios en una escala arquitectónica (tabla 1) para disminuir el calentamiento global que enfrenta la humanidad. Tales rubros estarán integrados en un formato de plan de diseño sustentable para la edificación en el contexto mexicano, en el que cada categoría contiene varias estrategias, recomendaciones o requerimientos que se solicitan para cualquier edificación parcial o totalmente sustentable, dependiendo del cumplimiento de los puntos, basado en el modelo LEED® pero adaptado y adoptado al contexto de edificación nacional por los autores de este libro.

Tabla 1
Formato de plan de diseño sustentable y de bajo carbono para edificación en México

Plan de diseño sustentable en edificación por rubro o categoría ambiental (estrategias de diseño sustentable)
Edificio:
Ubicación:
Responsable de la obra:
Proyecto arquitectónico:
Consultor en diseño arquitectónico sustentable:
I. Estrategias del sitio
1. Evitar sitios vulnerables a riesgo o protegidos como reservas naturales (revisar plan y programas de desarrollo urbano).

Continúa...

2. Orientación del edificio y emplazamiento en el terreno (orientar edificio preferentemente Oriente-Poniente para ganar calor en el eje longitudinal).
3. Análisis del equipamiento e infraestructura urbana (para conocer el radio de acción de impacto del proyecto, para posible llegada en bicicleta y motocicleta).
4. Plan de manejo de la obra exterior (pavimentos, andadores, calles; aplicación de concreto poroso o permeable en pavimentos exteriores, revisar el sistema de alcantarillado, aplicación de lámparas al exterior con celda fotovoltaica y sensor de luz).
5. Control de la erosión y plan de manejo del paisaje en torno al sitio (propuesta para evitar erosión del terreno durante la fase de construcción y post-construcción, propuesta de jardinería utilizando vegetación endémica y adecuada para invierno y verano, dependiendo de las orientaciones del inmueble y sus requerimientos de ganancia o pérdida de calor).
6. Alternativas de transporte (considerar áreas de aparcamiento de bicicletas y motocicletas, así como sus accesos y rutas).
Peatonal
Bicicleta
Motocicleta
Transporte público
Transporte privado
7. Desarrollo del sitio en su protección y restauración (incluye relación biótica y abiótica del lugar, acrecentar la biodiversidad ecológica del sitio, creación de microclimas al interior del sitio, uso de vegetación endémica).
8. Planeación y control de la cantidad de agua de lluvia en el sitio (captación, almacenaje y uso), determinación de las necesidades y área de captación según precipitación pluvial.
9. Reducción de islas de calor (con techos verdes en la azotea del lado sur, jardines y árboles al exterior y el uso de protectores solares de la fachada sur. Instalación de velarías en la azotea que logre cubrirlo; implementación de pavimentos permeables de concreto poroso y "ado-pasto").
10. Reducción de la contaminación lumínica, acústica y por malos olores (mediante barreras naturales).
II. Estrategias de agua
11. Mínimo de tuberías e instalaciones, así como eficiencia en sus conexiones (revisar instalación hidráulica).
12. Aseguramiento y medición del rendimiento de la cantidad del agua (en el edificio completo, por partes o en conjunto).

Continúa...

13. Instalaciones adicionales tanto en tubería como en conexiones para reducir el consumo del agua de 10% a 40% (uso de lavabos, mingitorios e inodoros ahorradores; entre ellos, los mingitorios de gel y otros ahorradores. También se recomienda el uso de sensores de tiempo en lavabos y mingitorios, etc.).
14. Reducción del consumo del agua de la red con agua de lluvia (20%) (determinar la superficie de captación y los usos determinados).
15. Control en el uso del agua en torres de enfriamiento en climas cálidos.
16. Uso de sistemas para aprovechamiento de aguas grises para aplicaciones no potables (incluye tratamiento biológico y químico, usar aguas grises, depositarlas solamente en casos de gravedad a mingitorios e inodoros, o llevarlas a un depósito o cisterna para luego, por medio de bombeo, trasladarlas a un tinaco en la azotea para uso exclusivo en descargas de sanitarios).
17. Tratamiento de aguas negras (revisar reglamento de agua potable o norma técnica correspondiente).
III. Estrategias de energía
Control pasivo para rendimiento de energía en el edificio:
18. Orientación del edificio para aprovechamiento de ganancia o pérdida de calor (reducir la ganancia de calor en abril y mayo, principalmente en fachada sur).
19. Optimizar el envolvente del edificio para mejorar el rendimiento térmico del inmueble (aislamiento térmico al norte, sellado de ventanas y juntas constructivas, uso de posibles cancelas del doble vidrio en fachada norte).
20. Proveer iluminación natural (tragaluces, domos, persianas, parasoles); revisar cubo de escaleras, iluminar por cambios de losas o luz natural con fibra óptica en caso de sótanos inaccesibles.
21. Proveer ventilación natural (ventilación directa, cruzada, barlovento y sotavento, ventanas, ventilas, ventiladores pasivos. Nota: revisar detalles de cancelería y proponer más entradas de aire para generar ventilación, revisar los planos de detalles de cancelería); identificar los vientos dominantes en meses más calurosos para su control y beneficiar al edificio.
22. Proveer ecotecnologías para la adecuada recepción o pérdida del calor (ventilar y enfriar principalmente, aislar térmicamente las fachadas).
23. Control de la humedad al interior del inmueble (mediante adecuada ventilación natural).
Control activo para el rendimiento de energía en el edificio
24. Iluminación artificial (reducir la energía por iluminación de lámparas ahorradoras, uso de sensores y actuadores inteligentes).

Continúa...

25. Ventilación artificial (sistemas de aire acondicionado y calefacción, sólo si es necesario; uso de ventiladores eléctricos combinados con sensores y actuadores inteligentes o automatizados. Podríamos eliminar el aire acondicionado total o parcialmente mediante sistemas pasivos de climatización, por medio de una torre de enfriamiento e iluminación cruzada, con lo cual lograríamos evitar la calefacción artificial mediante sistemas pasivos de calefacción).
26. Ganancia o pérdida del calor artificial (sistemas de aire acondicionado y calefacción, combinados con sistemas inteligentes o automatizados).
27. Humidificación y deshumidificación artificial e inteligente (implementar sensores de humedad; uso de humidificadores y deshumidificadores en zonas de alto registro).
Diseño eficiente de los sistemas electromecánicos
28. Proveer una adecuada instalación de iluminación artificial (luminarias, fases, cargas, conductores).
29. Maximizar el rendimiento de los sistemas electromecánicos (posible uso de capacitadores eléctricos).
30. Uso eficiente de los equipos y aparatos (que cumplan con la norma técnica ambiental de ahorro de energía SENER).
31. Instalación de dispositivos eléctricos reductores del consumo de energía eléctrica (capacitores).
Uso de energía de bajo impacto ambiental
32. Uso de energías renovables u otras fuentes alternas (fotovoltaica y calentamiento pasivo del agua proponer el cuarto de máquinas en la azotea para el sistema FV, hacer cálculo FV para cubrir un 10-15% de la carga total instalada).
Simular el total de la energía que se usaría
33. Integrar los sistemas y reducir el uso total de la energía hasta 30% (estimo 20% para este caso con relación a edificios convencionales).
IV. Estrategias de confort al interior
Calidad del aire al interior
34. Controlar la humedad y prevenir agentes infecciosos (integrar sensores de humedad en el sistema de aire acondicionado).
35. Proveer buena ventilación para mayor confort térmico y patógeno (ventilación natural y artificial).
36. Control del tabaco (usando señalética).
37. Control de la calidad del aire al interior (plan y monitoreo, utilizando sensores de CO ₂).
Factores humanos

Continúa...

38. Proveer buenas condiciones térmicas (diseño pasivo y activo, proveer una zona de confort cercana a los 22° C).
39. Proveer buena iluminación (diseño pasivo y activo) (proveer la luminancia necesaria, tanto en forma natural como artificial).
40. Proveer una buena ventilación (diseño pasivo y activo) (proveer intercambios de aire por segundo en l/s, aprox. 8 l/s por usuario).
41. Proveer buenas condiciones acústicas (diseño pasivo y activo; véase tabla de decibeles).
42. Proveer buenas condiciones de vibraciones (diseño pasivo y activo).
43. Proveer adecuado desahogo visual al exterior (diseño pasivo), revisar condiciones.
44. Controlar los malos olores externos (diseño pasivo y activo).
45. Control del confort por ocupación y ergonomía (diseño pasivo y activo).
46. Control de condiciones de humedad (diseño pasivo y activo, notar la ventilación natural).
Otros factores
47. Limpieza y mantenimiento del inmueble (prever y proveer un manual de limpieza).
48. Productos y equipos usados para limpieza y mantenimiento (de tipo biodegradable).
49. Control interno de contaminantes químicos y físicos (manual de limpieza y mantenimiento).
V. Estrategias en materiales de construcción
50. Evaluación de propiedades de materiales y disminución de volúmenes en la obra (revisar materiales empleados).
Extracción de materias primas
51. Uso de materiales de bajo impacto ambiental durante su ciclo de vida (hacer estudio y selección de materiales de bajo impacto ambiental).
Producción
52. Uso de materiales recuperados y remanufacturados (materiales de reuso en buenas condiciones).
53. Uso de materiales y productos con contenido reciclado (revisar si hay en la región).
54. Uso de materiales renovables (maderas, fibras naturales, adobes).
Distribución
55. Uso de materiales producidos localmente (realizar lista de materiales de la región).

Continúa...

Instalación y construcción
56. Uso de materiales de baja emisión de sustancias volátiles (evitar materiales como selladores y pinturas con alto índice de VOC).
57. Uso de materiales durables (revisar la caducidad que marca el fabricante, sino estimarla).
Reuso y reciclamiento
58. Uso de materiales reusables, reciclables y biodegradables (realizar lista de materiales ecológicos, principalmente según normas técnicas mexicanas).
VI. Estrategias en desperdicios de construcción
59. Reducción de los desechos y desperdicios en todo el ciclo de vida (control de desechos del edificio, hacer programación).
60. Manejo apropiado de los residuos peligrosos (control de desechos del edificio bajo normas técnicas mexicanas).
61. Elaboración de un manual de mantenimiento para reducir desperdicios del inmueble (manejo de residuos sólidos).
Conservación de recursos
62. Reuso de edificios existentes o partes de edificios en el conjunto (no aplica).
63. Diseño para un menor uso de materiales (reducir espacios arquitectónicos y volúmenes de obra).
64. Diseño de edificios plurifuncionales y adaptables (diseño arquitectónico flexible).
65. Diseño de edificios para ser desmantelados, no demolidos (uso de prefabricados y sistemas de prefabricación).
Manejo de desperdicios
66. Ahorrar y reciclar los desperdicios de demolición (incluyendo desperdicios de obra durante fase de construcción).
67. Reducir, reusar y reciclar los desperdicios de construcción (incorporar desperdicios a nuevos componentes de la construcción).
68. Reducir y reciclar los desperdicios de envasado de productos (separar y mandar a reciclar las bolsas y el embalaje).
69. Reducir y reciclar los desperdicios de los usuarios del edificio (separar la basura durante fase de ocupación del inmueble).
70. Reducir y tirar apropiadamente los desperdicios peligrosos (consultar a especialistas en caso de utilizar materiales peligrosos durante y después de la fase de construcción).

Fuente: Hernández (2012); LEED® (2014).

Otro de los problemas que enfrenta el desarrollo del futuro inmediato de las ciudades es la tendencia a quedar cada vez más expuestas a fenómenos naturales más frecuentes como inundaciones, sismos, huracanes, contaminación, etc., generados precisamente por causa del calentamiento global (Yasuhara *et al.*, 2012; Kunreuther y Michel-Kerjan, 2014), por lo que el diseñador y urbanista debe enfrentar de manera sistémica cada uno de estos problemas y realizar proyectos más seguros con un número alto de soluciones ante los distintos riesgos y amenazas, sobre todo en las ciudades que tienden a ser megalópolis como la Ciudad de México, Los Ángeles o Nueva Delhi, por citar algunos casos.

c) Factores económicos ante los cambios globales en materia de diseño y planeación de las ciudades

Los factores económicos globales de la sociedad están relacionados con el desarrollo de las tecnologías (Allen, 2012: 2) por lo que en materia de planeación, diseño y construcción de ciudades existen hoy en día, y seguramente hacia el año 2050, tecnologías que van de nuevos materiales de construcción con una tendencia muy marcada de tipo nanotecnológico (Ging, 2014: 10-11), hasta la creación de un nuevo software que funge como herramienta en el diseño asistido por computadora (CAD), el cual cada día aumenta, por lo que se estima que para el año 2050 habrá nuevos dispositivos con chips integrados a nivel nanométrico en anteojos, pulseras, sensores y teléfonos (Kaku, 2011: 12) que facilitarán las tareas cotidianas de arquitectos, urbanistas y constructores, ya sea en el diseño, la medición, el dibujo o el cálculo estructural y de instalaciones.

Se estima que hacia 2050 existan sistemas expertos de inteligencia artificial desarrollados y totalmente probados para la creación de proyectos arquitectónicos y urbanos, los

cuales estarían sustituyendo (gradual y parcialmente) en gran medida a profesionistas del área.

En lo que concierne al diseño y morfología de las ciudades, al haber un gran aumento de la población en las zonas urbanas, por consecuencia las ciudades tendrán que crecer y se convertirán en megalópolis (Friedmann, 2005; Kennedy *et al.*, 2014: 8; Monteiro *et al.*, 2008: 14) de extensiones dos o tres veces mayores que la de la Ciudad de México y, aunque esto no es lo ideal, si se siguen los viejos y obsoletos modelos de planeación urbana, las poblaciones pequeñas desaparecerán y las zonas rurales se verán afectadas por los consumos de ciudades grandes, lo cual no es inteligente ni sustentable.

Conclusiones de capítulo

Las conclusiones puntuales del presente estudio radican esencialmente en tres partes:

La parte social:

En primer lugar, se concluye que los modelos obsoletos que aún están en uso sobre planeación urbana seguirán teniendo como consecuencia una marcada desigualdad social, de falta de oportunidades y, sobre todo, de riesgo e inseguridad social en la mayoría de las ciudades y centros de población.

La parte sociodemográfica de las movilizaciones y migraciones existe y continuará una tendencia muy fuerte del campo a la ciudad, pues, para 2050, 70% de la población mundial vivirá en zonas urbanas, principalmente megaciudades, lo que una planeación urbana inteligente debe evitar, disminuir y mitigar.

Tan sólo en China (si esta tendencia de modelos de planeación urbana obsoletos continua) se espera que en 20 años 75% de su población total viva en ciudades.

La infraestructura urbana (al menos 50%) deberá sustituirse y reemplazarse debido a las nuevas dinámicas urbanas

y, principalmente, por el fin de la vida útil y por la durabilidad de muchas construcciones e instalaciones.

La mayoría de las edificaciones pequeñas y medianas serán hechas por empresarios de pequeña y mediana empresa, por lo que los proyectos grandes como aeropuertos, plantas de energía y presas serán realizados solamente por corporaciones muy grandes, así que en este sentido la tendencia actual seguirá hasta 2050.

La parte ambiental:

La proporción de emisiones antropogénicas de GEI (Gases de Efecto Invernadero) procedentes de ciudades podría representar entre 40 y 70% del total en el mundo.

Esta parte es la que más incidirá en los cambios globales del diseño y planeación de ciudades hacia el futuro inmediato, ya que aún quedan reservas de petróleo que, inevitablemente (debido a los modelos industriales y empresariales actuales), se tendrán que quemar para mantener el modelo capitalista de la actualidad.

Lo anterior impacta al diseño y planeación de ciudades ya que, primeramente, debe ser lo menos impactante posible al reducir los efectos ambientales a través del diseño con modelos como el de LEED®, BREEAM® Communities y el Código de Edificación de Vivienda de la Comisión Nacional de Vivienda de México (CEV-CONAVI®). Además, los diseñadores y urbanistas deben incluir en sus proyectos energías alternativas de tipo renovable, ecológica y limpia para encarar el cambio climático.

El diseño debe ser durable y flexible para que los proyectos se puedan adaptar a los cambios futuros en cuestión de usos del edificio o sustitución y reemplazos de sus componentes.

En Latinoamérica (región con la mayor tasa de urbanización del planeta), más de 80% de los registros por pérdidas relacionadas con desastres se dieron en zonas urbanas y, si

bien existen variaciones según los países, entre 40 y 70% fueron en ciudades de menos de 100,000 habitantes, por lo que se concluye en este punto que la mayoría de las urbes están sujetas a riesgos ambientales de todo tipo, principalmente inundaciones, falta de electricidad e insumos energéticos como la gasolina y el diesel, fallas geológicas, además de las indicadas en la parte social y económica.

La parte económica:

Surgirán nuevos materiales y procedimientos de construcción, basados en cuestiones nanotecnológicas que directa o indirectamente impactarán en el diseño y planeación de edificios y ciudades, marcando la pauta en la construcción y, por tanto, cambiarán los diseños y las formas de hacer arquitectura con tendencias a una planeación más mecanizada, automatizada y digital, elaborada cada día más por profesionistas del área que emplean gran variedad de herramientas, técnicas digitales y *software* para tales efectos. A la vez, se irá perdiendo la esencia del diseño del experto humano para pasar al diseño y planeación por sistemas de inteligencia artificial.

Se ha reducido la capacidad de crecimiento económico y de inversión pública/PIB en México de 12% en 1992 a 4-6% en 2016.

Para 2020, se calcula que 85% de la población pobre de Latinoamérica y 50% de África y Asia se concentran en zonas urbanas, lo que a futuro traerá como resultado un notable aumento en el desempleo y en la falta de oportunidades, falta de alimentos y diversos insumos y recursos naturales, que, al ser fragmentado el medio rural, se reducirán notablemente.

Tan sólo el uso de diseño bioclimático en proyectos de arquitectura (adecuada orientación del edificio para el control de ganancia y pérdida de calor, así como de la eficiente iluminación natural, lo cual está sugerido en modelos como LEED® y BREEAM®) a través de un *software* especializado para simulación representaron una muestra de 50,000 ft² de

oficinas en Seattle, Estados Unidos, un ahorro de alrededor de 15 a 18% del costo anual, es decir, que la tecnología en sistemas de cómputo especializado y el uso de modelos apropiados de edificación ambiental pueden contribuir en gran manera en la reducción de emisiones de carbono a la atmósfera y, por tanto, mitigación de los efectos del cambio climático.

CAPÍTULO 3

Planeación inteligente de barrios y ciudades basada en las metodologías LEED® Neighborhood Development y BREEAM® Communities

El presente capítulo adapta dos de los modelos más importantes a nivel mundial (BREEAM® Communities y LEED® Neighborhood Development) referentes a la planeación de ciudades de bajo carbono, y no solamente se limita a su descripción, sino que explica cómo se pueden aplicar e implementar dichas recomendaciones y requerimientos de planeación urbana sustentable al contexto mexicano (véase Tabla 2). Respecto a esto, se aborda la metodología del Código de Edificación de Vivienda de la CONAVI en su capítulo 27, referente a la sustentabilidad de proyectos urbanos.

Por otro lado, un barrio se define básicamente como un área geográfica con identidad propia en la que se subdividen las ciudades, poblaciones o distritos con características tanto físicas como sociales y culturales en una escala urbana-arquitectónica (Chitewere *et al.*, 2017: 118). La planeación inteligente de barrios debe obedecer a un método específico que contenga, en primera instancia, los siguientes rubros: localización inteligente del proyecto, conectividad urbana inteligente e infraestructura y equipamiento ambiental (USGBC, 2014a). Según el modelo de BREEAM® Communities, los rubros generales para la planeación sustentable de comunidades son: gobernabilidad, economía local, bienestar ambiental, bienestar social, recursos y energía, uso de suelo y ecología, transporte-movilidad e innovación (BRE, 2014).

Podemos observar que el modelo de BREEAM® Communities (comunidades) está más abierto a la planeación general de la ciudad y es ideal para las primeras fases de planeación urbana, mientras que el modelo de LEED® Neigh-

borhood Development (desarrollo de barrios) tiene exclusivamente una guía aterrizada al desarrollo de barrios, en donde se menciona una parte de planeación inteligente, pero, de igual forma, ambas metodologías son muy útiles porque se complementan de buena manera.

Para ello, se recomienda primero revisar las estrategias de BREEAM® Communities junto con la normatividad y lineamientos locales (según el proyecto, lugar y país en cuestión; por ejemplo, para México los lineamientos de la CONAVI en su documento del Código de Edificación y Vivienda (CEV®) capítulo 27 referente a la sustentabilidad) que pueden ser de gran utilidad en la planeación de comunidades, ciudades y otros proyectos afines para, posteriormente, usar la guía de LEED® Neighborhood Development con el fin de desarrollar barrios, lo cual lleva a cuestiones más específicas de planeación y diseño.

Las ciudades se organizan en sectores y éstos, a su vez, en barrios, los cuales deben ser diseñados y planeados de manera inteligente, por estar, en primera instancia, debidamente ubicados y localizados, de tal forma que la relación con el resto de la ciudad y la región sea accesible y productiva. Indudablemente, al localizar un proyecto, ya sea a escala arquitectónica o a escala urbana, se debe considerar y respetar la conservación de la biodiversidad del sitio, por lo que hay que poner especial atención en la innovación de los planes de desarrollo locales y regionales para conservar y acrecentar la ecología del lugar, evitar o mitigar inundaciones y también, en la medida de lo posible, los cambios de uso de suelo, sobre todo para la conservación del tipo agrícola y de los principales cuerpos de agua del lugar, ya sean superficiales o subterráneos.

Es posible y muy probable que, en la mayoría de las ciudades grandes con más de 50 años de fundación, hayan quedado vestigios de instalaciones industriales ya obsoletas y que por acción de agentes de deterioro y degradación esta

infraestructura provoque contaminación del suelo, aire y agua del lugar, por lo que en una planeación inteligente hay que considerar los medios para reducir, mitigar y evitar el daño al ambiente ocasionado por edificios, instalaciones e infraestructura abandonada o simplemente descuidada o sin el mantenimiento adecuado.

Por otro lado, es importante que la localización de proyectos urbano-arquitectónicos quede bien comunicada en materia de transporte y movilidad urbana, con accesos adecuados y planeados a transporte alternativo y ecológico, y que las zonas de vivienda queden cercanas a las de trabajo y esparcimiento, sobre todo pensando a futuro. Con referencia y hablando específicamente de la planeación de los barrios, es importante mencionar que éstos deben ser lo más compactos posibles a manera de clúster o racimo (figura 7, capítulo 4), no solamente para beneficiar al peatón y a la bicicleta, sino también para tener a la comunidad comunicada, de tal forma que se eviten los recorridos de grandes distancias y combinar los usos de suelo que nos proporcionen todos los servicios que requerimos, desde vivienda, educación y salud hasta trabajo, esparcimiento y producción de alimentos y energía (aunque sea a escalas pequeñas) y comercio.

Debido a la compactación de los usos de suelo y de la reducción de infraestructura de transporte como caminos, carreteras y avenidas, un punto importante en la planeación inteligente de ciudades es también disminuir la superficie de estacionamientos, los cuales ya no serían tan necesarios ya que la dinámica de transporte y movilidad sería más eficiente, lo que provocaría tener un mayor acceso y permanencia en áreas cívicas y de esparcimiento, en las que la comunidad se integrara más a un diseño universal de los espacios abiertos. Esto propiciaría una mejora en los espacios de parques y jardines, proponiendo, inclusive, lugares destinados a la producción de alimentos vía agricultura urbana.

Asimismo, cuando se habla de ciudades inteligentes se debe profundizar en infraestructura y equipamiento sustentable, resaltando, principalmente, la característica ambiental en su diseño y planeación, por lo que cada edificio e infraestructura deberá apegarse a un método reconocido internacionalmente como LEED® o BREEAM®, los cuales se dividen en varios rubros de diseño ambiental (sustentable de energía, agua, sitio, calidad ambiental al interior y exterior, materiales y desechos de construcción e innovación en el diseño) mismos que optimizan los recursos naturales, financieros y humanos que decidirán qué tan sustentable es un proyecto.

Puntos importantes para la planeación inteligente de barrios, basada en las metodologías LEED® Neighborhood Development y BREEAM® Communities adaptados al contexto mexicano

Al atender a recomendaciones de planeación urbana sustentable del modelo europeo, BREEAM® Communities (comunidades) busca impactar a nivel urbano desde pequeños desarrollos urbanos, comunidades pequeñas y hasta una ciudad entera a gran escala, lo que se resume en los siguientes 8 rubros de diseño que, además, contienen cada uno diversas estrategias de diseño que al ser consideradas en el proyecto urbano, reducen notablemente los impactos ambientales causados en todo su ciclo de vida (BRE, 2014):

1. Gobernabilidad. Es decir, asegurarse de que las ideas y necesidades de la comunidad lleguen a incluirse en el diseño y construcción de los proyectos.
 - a) Consulta del plan de desarrollo. Se trata de asegurar e incluir las ideas y necesidades de la comunidad dentro de los objetivos del plan de desarrollo urbano (por ejemplo, impactos ambientales, sociales, económicos,

etc., del desarrollo en la comunidad o la calidad del diseño de los proyectos, entre otros) entre la localidad (ayuntamiento) y sus representantes.

- b) Consulta y participación ciudadana. Se tiene que comprobar el ejercicio de participación de la comunidad en el plan previo a la estructuración y la creación.
- c) Revisión y diseño del plan. Las autoridades locales tendrán la responsabilidad de revisar el plan de desarrollo para que cumpla con lo solicitado, en este caso por la metodología BREEAM® Communities (comunidades) para poder ser autorizado por los que toman las decisiones.
- d) Gestión comunitaria de infraestructura y equipamiento urbano. La comunidad, junto con los encargados de decidir resoluciones, deben gestionar, en primera instancia, a los gobiernos locales la infraestructura que requieren dentro del marco de sustentabilidad y planeación inteligente de la metodología.

La problemática en México es que muchas veces los gobiernos, en todos sus niveles, no están lo suficientemente actualizados en materia de modelos ambientales para la gestión sustentable a nivel de planeación urbana y, aunque esto es un obstáculo en la actualidad, por el contrario, para hacer ciudades más habitables es un problema que a nivel técnico sería relativamente fácil de solucionar si los encargados se asesoraran con especialistas adecuados.

- 2. Economía local. Incrementar el bienestar económico de la localidad, asegurando crear empleos e inversiones en la zona.
 - a) Impacto económico. Que las inversiones en la zona tengan impacto económico para sus habitantes locales y que la generación de riqueza se quede en la región, preferentemente con trabajos permanentes, formales y de tiempo completo.

b) Ventajas y oportunidades. Oportunidades para crear negocios, que consideren no solamente generar riqueza en el entorno, sino que también respeten el medio ambiente, la sociedad y la economía local.

Para demostrarlo, se debe realizar un estudio en el que se observe la identificación de oportunidades de negocio al mejorar la economía local, incluyendo la infraestructura y equipamiento de la zona. La idea errónea que se tiene acerca de que la inversión extranjera es lo mejor para el desarrollo económico de un país se debe cambiar y modificar para buscar soluciones, con el fin de mejorar la economía nacional, primeramente desde el apoyo y desarrollo del ámbito local, procurando generar empleos relacionados con servicios ambientales locales y regionales, atendiendo a los sectores primarios como la agricultura y la producción de alimentos para subir paulatinamente en la pirámide productiva.

3. Bienestar ambiental. Asegurarse a través del uso de varios métodos, modelos, normas y lineamientos de tipo ambiental para que se diseñen planes y programas de desarrollo en los que se incluyan los principales criterios de sustentabilidad de proyectos de infraestructura, tales como desarrollo y selección del sitio, gestión eficiente de la energía, agua, materiales de construcción, desechos, confort, calidad al interior y exterior de los edificios e innovación.

a) Evaluación de riesgos de inundación. Asegurarse de que la localización del sitio del proyecto quede excluida de zonas de inundación, fracturas geológicas o cualquier otro fenómeno que implique riesgo para la zona.

b) Contaminación por ruido. Planear y diseñar zonas e infraestructura en las que los proyectos puedan reducir, mitigar y evitar ruidos y perturbaciones que afecten a los desarrollos. El diseño se debe enfocar a disminuir las fuentes o evitar, por medio de barreras físicas, los ruidos, malos olores y otro tipo de perturbaciones.

- c) Microclimas. Localizar de manera inteligente los proyectos para que no solamente se aprovechen de forma directa los recursos naturales como sol, viento, agua, humedad, etc., sino también para crear espacios con una modificación significativa del clima, creando microclimas adecuados a la ganancia y pérdida de calor, humedad, ventilación natural e iluminación que beneficie no solamente a espacios interiores, sino también a zonas y espacios exteriores para evitar las “islas de calor” (Erell *et al.*, 2011: 67-80).
- d) Adaptación al cambio climático. Los planes, programas y proyectos de desarrollo urbano en relación con el cambio climático deben realizarse de acuerdo con las políticas regionales y nacionales sobre la materia, además de considerarse las mejores prácticas sustentables en materia de sustentabilidad y riesgos. Por ejemplo, el cambio climático ha generado alteraciones en los ciclos del clima, de tal manera que la producción alimentaria se pone en riesgo. Asimismo, se han incrementado las inundaciones en distintas zonas urbanas y rurales que también traen problemas, aspecto que se debe solucionar.
- e) Gestión y manejo de riesgos por inundación. En el desarrollo de ciudades y comunidades se deben realizar estudios enfocados en las zonas inundables y así poder evitar en cualquier tiempo y espacio riesgo para los habitantes.
- f) Contaminación lumínica. De día y de noche, el diseño urbano inteligente y ambiental debe mitigar los efectos de deslumbramientos, destellos y otros tipos de contaminación lumínica en los espacios arquitectónicos, en la infraestructura y en el equipamiento urbano, o simplemente tanto al interior como al exterior de los espacios: calles, avenidas y zonas de reunión. En México, por cuestiones de su ubicación y localización geográfi-

ca, se debe destacar en materia de bienestar ambiental la planeación ante el cambio climático a distintas escalas, tanto espaciales como temporales.

Primeramente se deben prever planes de mitigación y reducción de los efectos del cambio climático por región, ciudad y barrio o sector; asimismo, se debe diseñar y planear un programa sustentable por tipo de infraestructura y equipamiento para poder aglutinar e integrar todas las estrategias de sustentabilidad ante riesgos e impactos ambientales.

4. Bienestar social. Asegurarse que los planes de desarrollo contengan creación de vivienda adecuada, servicios, infraestructura e instalaciones que satisfagan las necesidades de la población de manera inmediata y a largo plazos.
 - a) Prioridades y necesidades de servicios de la población. Establecer de manera probabilística y estadística las necesidades principales que deben ser cubiertas de manera total y parcial a determinados plazos, a través de los planes de desarrollo, con base en la tendencia y urgencias de la población; estas últimas entendidas como servicios, infraestructura y equipamiento que cubran las prioridades de vivienda, trabajo, educación, salud, esparcimiento, áreas verdes, áreas culturales, etcétera.
 - b) Provisión de vivienda. Que la vivienda cumpla con la demanda solicitada y que, además, esté próxima a centros de trabajo, esparcimiento, cultura, educación y salud para reducir la inequidad social que se presenta en la mayoría de las urbes actuales.
 - c) Servicios urbanos. Que el diseño y planeación de los servicios urbanos tales como la infraestructura hidráulica, sanitaria, energética, de transporte, telecomunicaciones y el equipamiento urbano (Hernández, 2015a: 79-80) queden debidamente interconectados, satisfa-

ciendo, además, a los principales usos de suelo urbano que requiere la población.

- d) **Ámbito público.** Motivar y propiciar la interacción social o de la comunidad, no solamente para mejorar la cuestión de esparcimiento y cultura, sino para mejorar las condiciones de seguridad y protección civil.
- e) **Infraestructura “verde”.** Asegurar el acceso de espacios de alta calidad de infraestructura en relación con espacios naturales para toda la población.
- f) **Estacionamientos locales.** Asegurar que el número de estacionamientos sean los suficientes, con el propósito de satisfacer la demanda local con el fin de reducir este tipo de espacios y el número vehicular de tipo privado en la comunidad.
- g) **Usos y costumbres.** Integrar los usos y costumbres de la población con el objetivo de conservar parte de la cultura local en las comunidades, para no contradecir los valores básicos de la población.
- h) **Diseño incluyente: discapacitados y necesidades especiales.** Incluir un diseño universal que satisfaga las necesidades de todo tipo de población. En México el mayor problema es la equidad, pues se sabe que la problemática es multifactorial. Con respecto al urbanista y el arquitecto, su papel es contribuir con bienestar social en la población, mejorar la calidad de vida a través de las buenas prácticas en materia de sustentabilidad urbana, diseñando espacios habitables que integren a la sociedad independientemente de las clases sociales.

Un punto básico para integrar a las sociedades desde el punto de vista urbanístico es la inclusión de espacios de esparcimiento, generación de alimentos y energía en las ciudades que, además de mejorar las condiciones ambientales y económicas de la localidad, motivarían la parte social reduciendo el desempleo y promoviendo la salud pública.

5. Recursos y energía. Encaminarse al uso de energía alternativa, principalmente para la reducción de la huella de carbono en las ciudades.
 - a) Estrategia para ahorro de energía. Motivar que el diseño reduzca los consumos y la demanda, sobre todo en la fase operacional de infraestructura y equipamiento para que busquen alternativas para la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.
 - b) Infraestructura y edificios existentes (necesidades de equipamiento). Planear, en la medida de lo posible, la mayor reutilización de los edificios existentes, diseñando estrategias flexibles para la adaptación y los cambios de uso en los edificios, mismos que sirvan para cubrir nuevas demandas de servicios y equipamiento.
 - c) Estrategia de agua. Estudiar la disponibilidad del agua en la localidad; segundo, pero no menos importante, reducir los consumos de cada uno de los equipamientos, servicios e infraestructura de las ciudades y/o comunidades.
 - d) Infraestructura “verde”. Se pretende que tanto la infraestructura como el equipamiento de la localidad, comunidad o ciudad cumplan con los requisitos señalados como edificaciones sustentables, por ejemplo, dentro de las metodologías de edificación ambiental de LEED® o BREEAM®.
 - e) Materiales y productos de bajo impacto ambiental. Seleccionar para los procesos de construcción materiales y sistemas de construcción de baja repercusión ambiental.
 - f) Eficiencia de recursos y energía. Promover la efectividad en el manejo de recursos mediante la reducción de desperdicios durante y después de la construcción. Asimismo, reducir los consumos en energía en todo el ciclo de vida de los edificios, infraestructura y equipamiento.

g) Emisiones de carbono por efecto de transporte. El transporte es una de las actividades en las ciudades que más contaminan el ambiente, por lo que se deben tomar medidas para disminuir el carbono en el transporte y proponer movilidad que implique menos recursos de origen fósil.

La propuesta urbanística de los autores para el caso de México y el mundo también implica el cambio de paradigma en materia de planeación urbana, considerando que las ciudades retomen el origen rural y no urbanizar (figura 7, capítulo 4), esto con el fin de cubrir necesidades futuras y cambiar la tendencia actual de la construcción y formación desordenada de las megalópolis. Por tanto, la generación, almacenaje y distribución de la energía a nivel local y a pequeña y mediana escalas es punto clave para el éxito de la ruralización de ciudades y centros de población.

6. Uso de suelo y ecología

- a) Estrategia de ecología. Asegurar que el desarrollo mantenga o incremente su biodiversidad y que proteja los hábitats naturales existentes.
- b) Uso de suelo. Que se proteja la biodiversidad del sitio a través de mantener la vocación natural del uso de suelo y evitar a toda costa los cambios, sobre todo de tipo rural a urbano, específicamente de vocación agrícola o forestal a urbano (habitacional, comercial, industrial, etcétera).
- c) Contaminación del agua. Proteger los recursos locales y regionales de agua y evitar acrecentar la contaminación directa o indirecta de los ya afectados.
- d) Mejoramiento del valor ecológico del sitio. Asegurarse que el valor ecológico del sitio del proyecto sea maximizado a través de una planeación y diseño, acorde con los requerimientos ambientales locales y regiona-

les establecidos en el plan maestro de la zona, región o localidad.

- e) Paisaje. Asegurarse que las características del paisaje se mantengan y se respeten; procurar, en la medida de lo posible, el paisaje por medio de un diseño adecuado, tomando en cuenta su localización, acorde con el ambiente local hasta las políticas ambientales de la región.
- f) Recolección de agua de lluvia. Asegurar una apropiada recolección de agua de lluvia para satisfacer parte de la demanda de agua potable y así poder disminuir gastos de agua e incremento de residuos líquidos municipales.

Si realmente se desea que se proteja la biodiversidad y el hábitat, se debe cambiar la tendencia de planeación urbana que impera en México por medio de lo mencionado en el punto anterior (ruralizando las ciudades) y reprogramando de forma adecuada los usos de suelo, que hasta el momento son típicamente urbanos y rurales, combinándolos en lo que los autores llamamos rura-ciudades, lo que permitiría alcanzar cada uno de los puntos relacionados, en este caso, con uso de suelo y ecología.

- 7. Transporte y movilidad. Aborda el diseño, la planeación y la provisión de la infraestructura de movilidad y transporte para promover el uso de transporte sustentable e inteligente.
 - a) Evaluación de la estrategia del transporte. Asegurar que las estrategias de transporte y movilidad reduzcan los impactos ambientales que la infraestructura existente pueda ocasionar, en pro de asegurar el bienestar social en el rubro de movilidad urbana.
 - b) Calles seguras, cómodas y atractivas. Crear espacios que fomenten la interacción humana y un sentido positivo del lugar, incluyendo la identidad local del usuario.

- c) Ciclovías. Promover el ciclismo como una actividad de ocio, pero también como una alternativa al uso de transporte contaminante, proveyendo ciclistas seguras, cómodas y eficientes, de acuerdo con un plan maestro previamente establecido y consensuado.
- d) Acceso e infraestructura de transporte público. Garantizar la disponibilidad de conexiones en la red de transporte público frecuentes y convenientes a los nodos fijos de transporte público (tren, autobús, tranvía, etc.) y a los centros locales de importancia.
- e) Infraestructura de transporte ecológico. Tanto la infraestructura como las unidades de transporte público y privado deberán ser de tipo ecológico e incorporarse paulatinamente, de acuerdo con un programa de transporte sustentable congruente con el plan maestro de desarrollo que, por supuesto, sea de bajo nivel de carbono tanto en la infraestructura como la flota vehicular, incluyendo combustibles ecológicos, principalmente para reducir las emisiones provenientes del transporte privado.

La solución al problema de transporte sería a través de la reducción de la flota vehicular, lo cual disminuiría una gran parte de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y propiciaría otras maneras de transporte y movilidad desmotorizada de bajo consumo en energía y eficiente en funcionalidad y ecología. En el cuarto capítulo se muestra el ejemplo del diseño del clúster de bajo carbono, que ilustra cómo podría mejorarse la movilidad urbana y el transporte, reduciendo emisiones de carbono e interconectando de manera eficiente los espacios urbanos, infraestructura y equipamiento de las ciudades.

- 8. Innovación. Reconoce y promueve la solución innovadora de problemas de tipo ambiental, social o económica.

- a) Innovación del uso de tecnologías, métodos y procesos sustentables de alto rendimiento y eficiencia para el ahorro de recursos. Utilizar tecnologías nuevas y servicios innovadores en materia de diseño, planeación y construcción (incluye desarrollo tecnológico y nuevas patentes aplicadas al proyecto).

En México, la problemática sobre innovación tecnológica es muy fuerte, ya que este país no solamente es un gran consumidor de productos extranjeros, sino que tiene escasa producción de patentes y desarrollo tecnológico que puedan competir con todos los productos de importación. Lo anterior está relacionado, precisamente, con el desarrollo tecnológico.

Por otro lado, los puntos importantes a tomar en cuenta para la planeación de barrios según LEED® Neighborhood Development (desarrollo de barrios) se resume en:

1. De localización inteligente del proyecto:
 - a) Ubicación inteligente. Procurar y promover que los proyectos y desarrollos queden dentro o próximos a los centros de las comunidades, incluyendo los principales nodos de movilidad e infraestructura de transporte y servicios, mejorando y rediseñando las ciudades y barrios existentes; procurando limitar la expansión del mismo desarrollo o proyecto dentro de la zona o región.
 - b) Conservación de la biodiversidad del sitio. Cuidar tanto flora y fauna (recursos bióticos del lugar), como el medio físico o recursos abióticos del sitio, por ejemplo, su hidrología, suelos, clima, etc. Se recomienda, primeramente, consultar a instancias gubernamentales o no gubernamentales que lleven un registro, control y supervisión de los ecosistemas y su contenido para po-

der ahorrar tiempo y considerarlo dentro del proyecto o desarrollo.

- c) Conservación de cuerpos de agua y humedales. Está vinculada con la conservación de la biodiversidad, pero en este punto se atenderá, primordialmente, a la conservación de los cuerpos de agua del lugar o del sitio del proyecto para preservar la calidad del agua y del paisaje, así como la naturaleza de su fuente y del hábitat correspondiente a la zona por medio de la protección de los cuerpos de agua y de los humedales de la zona.
- d) Conservación del suelo agrícola. Esto se relaciona con la conservación de la vocación natural del uso de suelo, exclusivamente para la conservación de espacios para la producción de alimentos por medio de la agricultura.
- e) Evitar inundaciones. Proteger la vida y la propiedad de los habitantes, promoviendo la conservación de espacios abiertos y de la conservación natural del hábitat, mejorando la calidad del agua y sus sistemas hidrológicos naturales. Se deben estudiar a detalle los casos de riesgo de inundación y proponer medidas de mitigación.
- f) Sitios preferentes. Para promover el desarrollo en ciudades, suburbios y barrios existentes hay que reducir los efectos e impactos nocivos por urbanización descontrolada de la mancha urbana. También se debe disminuir la presión al medio ambiente natural y construirlo en la medida de lo posible.
- g) Recuperación de zonas industriales abandonadas. Motivar la limpieza y descontaminación de tierras y sitios contaminados. Estudiar y diagnosticar el grado de contaminación, sus fuentes y peligros para poder dar la solución adecuada.
- h) Acceso a transporte de calidad. Promover la localización de desarrollos y proyectos para contar con opciones de transporte multimodal u otros que reduzcan el

uso de vehículos motorizados, encaminados a disminuir las emisiones de carbono y otros impactos ambientales que dañan a la salud pública como ruidos excesivos, accidentes y otros peligros derivados del uso de vehículos motorizados.

- i) Ciclovías. Promover el uso eficiente de la bicicleta como medio de transporte alternativo, mismo que reduce las distancias de traslado a través de una adecuada conectividad urbana y red de ciclovías. Respecto a la ciclovía, se debe procurar que no deje fuera a las comunidades rurales y/o suburbanas de la periferia respecto a las del centro urbano. También, tomar en cuenta la infraestructura de aparcamiento y accesos especiales para bicicletas y peatones.
- j) Cercanía entre la vivienda y los trabajos. Promover que las comunidades estén equilibradas respecto a la conectividad urbana entre vivienda y centros de trabajo. Procurar las oportunidades de empleo no solamente de tipo comercial e industrial, sino de otros servicios como ambientales, culturales, educativos, de salud e incluso de esparcimiento.
- k) Protección de pendientes para evitar la erosión. Minimizar la degradación del medio físico para el hábitat, reducir el estrés dentro de los cauces naturales del agua y sus escurrimientos, preservando la capa vegetal con su forma natural en su topografía.
- l) Diseño de sitio para la conservación del hábitat y protección y conservación de cuerpos de agua. Conservar tanto la vegetación nativa del lugar como la vida silvestre, los humedales y los cuerpos de agua del lugar o localidad. Evitar proyectos de desarrollo, ya sea urbanos o rurales en los cuales la riqueza de los ecosistemas y el hábitat sean muy ricos y, a la vez, muy sensibles. Evitar la modificación de los cuerpos de agua, sus cauces y la modificación de los humedales, si es el caso, a través de

infraestructura alternativa que dé soluciones al medio ambiente.

- m) Restauración del hábitat o conservación de humedales y cuerpos de agua. En caso de impacto o daños ya existentes, se deben restaurar los cuerpos de agua, incorporando flora y fauna del lugar para mitigar los daños por actividades humanas. Consultar a un biólogo especialista en el tema del agua y de la restauración tanto de sus cuerpos como de los humedales.
- n) Gestión para la conservación a largo plazo del hábitat y/o de humedales y cuerpos de agua. Diagnosticar la situación del problema y proponer, con base en reglamentos locales y nacionales, sobre el impacto ambiental y sus medidas de mitigación. A su vez, incorporar una política de control y seguimiento para mantener, conservar y restaurar los ecosistemas y sus componentes (en este caso, cuerpos de agua y humedales), de acuerdo al PLSN establecido y consensuado desde un principio por todos los actores involucrados.

Sobre la localización inteligente del proyecto o proyectos y en relación con la problemática en México se pudieran seguir las recomendaciones que marca el modelo; pero, para nuestro caso, desafortunadamente existe el gran problema de que aún no estamos preparados para el desarrollo de infraestructura y todo lo que conlleva su buen funcionamiento, es decir, aunque las ciudades se modifican e, incluso, se construyen por partes (salvo que sea una ciudad nueva) no podemos ignorar nuestro contexto económico, social y cultural que sería el primer mayor obstáculo a lo que este punto se refiere.

2. Diseño y traza de barrios

- a) Peatonalización de las calles. Promover la eficiencia en la movilidad y transporte urbano, reduciendo las distancias de recorrido tanto para el transporte público

como para el privado y, sobre todo, para el peatón y la bicicleta, proporcionando calles, banquetas, ciclovías y avenidas confortables para cualquier usuario y agradables en su diseño y construcción. Para lograr esto, se deberá trabajar la parte de la conectividad urbana de forma eficiente porque se relaciona con la parte de movilidad y el transporte inteligente. La importancia del acceso a los edificios por plazas públicas caminables implica la reducción de los estacionamientos y, sobre todo, la reducción del transporte motorizado de tipo privado.

- b) Desarrollo compacto. No necesariamente implica la densificación de todos los componentes urbanos, sino principalmente de los edificios destinados a vivienda, comercio, oficina, trabajos, industria, educación, es decir, al equipamiento urbano con la finalidad de dejar más espacio para áreas verdes, plazas cívicas, áreas de esparcimiento peatonal e, incluso, zonas para agricultura urbana y producción de alimentos. Es importante el desarrollo compacto para acercar a todos los habitantes al uso del transporte alternativo, especialmente para que los peatones puedan acceder a la mayoría de los servicios y equipamiento urbano para no recorrer grandes distancias a pie. Un recorrido de más de 30 minutos de la vivienda al trabajo o a la escuela indica que la traza urbana ya no es tan compacta.
- c) Comunidad conectada y abierta. Hacer que los proyectos o desarrollos tengan un alto nivel de conectividad urbana y que estén bien conectados respecto a la comunidad y sus actividades. El transporte multimodal y ecológico podría ayudar mucho en la conectividad, pero más que nada se requiere que la planeación y diseño del equipamiento sea con base en los usos de suelo, determinados por el plan de desarrollo, que sean respetados y no tengan cambios bruscos en la

construcción de las ciudades. De tal manera que la conectividad debe implicar también tiempos cortos en recorridos y traslados, ya sea a pie o en algún medio de transporte alternativo y ecológico.

- d) Uso de suelo mixto. Los barrios, además de compactos, deben incluir en su diseño y planeación usos de suelo mixto y variado para satisfacer todas las necesidades (vivienda, trabajo, escuela, hospitales, comercio, esparcimiento, etc.) de los usuarios o habitantes que están en distancias relativamente cortas, dependiendo del tipo de transporte utilizado.
- e) Asequibilidad por tipo de vivienda. Promover barrios socialmente equitativos y atractivos que permitan a los residentes una alta calidad de vida.
- f) Reducción de los estacionamientos. Minimizar los impactos y daños ambientales asociados con los estacionamientos que incluyen, por ejemplo, la dependencia al automóvil, consumo y desperdicio de suelo urbano y la reducción de espacios para infiltración del agua de lluvia.
- g) Infraestructura de transporte. Reducir el uso de vehículos automotores de alto carbono, lo que permite disminuir las distancias de viaje, al tiempo que ofrece seguridad y confort en los traslados y en las áreas de espera como estaciones y paradas.
- h) Gestión de la demanda del transporte. Reducir el consumo de energía, la contaminación y el daño a la salud pública por motivo de vehículos automotores de alto grado de emisiones contaminantes a través del uso del transporte alternativo y multimodal.
- i) Acceso a espacios públicos y cívicos. Proveer lugares abiertos cercanos a la vivienda y a los centros de trabajo de los habitantes para propiciar salud pública respecto a esparcimiento, cultura y convivencia entre la población.

- j) Acceso a instalaciones para esparcimiento y recreación. Lo mismo que en el punto anterior, pero con énfasis en la cultura física y del deporte como detonantes del mejoramiento de la salud pública y del tejido social.
- k) Diseño universal y para discapacitados. Planear y diseñar grandes áreas para esparcimiento y accesibilidad de toda la población, incluyendo a personas de la tercera edad y a personas con algún tipo de discapacidad. Poner especial atención en la forma y manera de movilidad de la gente para que transite en estos espacios conectados a sus viviendas, trabajos, centros de salud y de esparcimiento.
- l) Participación de la comunidad en la planeación. Procurar y motivar que las necesidades de la población se vean reflejadas directamente en el diseño y planeación de las ciudades y los planes de desarrollo. Asimismo, que las decisiones se realicen tomando en cuenta al ciudadano, inclusive si hubiera un cambio en el proyecto.
- m) Producción local de alimentos. Promover beneficios ambientales y económicos para la comunidad y sus habitantes, basándose en la producción local, urbana o aledaña de alimentos (que pueden incluir actividades agropecuarias en pequeña escala), acrecentando la satisfacción en este rubro y mejorando la calidad de los productos que podrían llegar de afuera y la soberanía alimentaria de la localidad.
- n) Parques, jardines y arbolado. Además de incrementar los servicios ambientales que pueden ofrecer áreas verdes, se deben planear las ciudades y pueblos, con base en la creación de microclimas adecuados para la movilidad en bicicleta y de tipo peatonal, reduciendo con el arbolado las formaciones de "islas de calor", mejorando la calidad del aire, incrementando la evaporación y reduciendo la demanda de enfriamiento al interior de los edificios.

ñ) Escuelas y centros educativos comunitarios. Promover la integración y participación de la comunidad para la creación de escuelas y centros educativos de tipo comunitario que respondan a cada barrio de la población o ciudad y que integre no solamente la cuestión educativa, sino también que incluya la cultura e identidad de un barrio o barrios. Al mismo tiempo, se pretende que estos centros educativos se integren de tal manera que se reduzcan las distancias de los recorridos entre las escuelas y las viviendas, sobre todo para poder incluir eficazmente la movilidad sustentable en bicicleta y de tipo peatonal.

La dificultad en México respecto a este tema se reflejaría en el punto anterior, aunque a una escala menor por hablar de barrios y sectores urbanos, por lo que las soluciones serían menos complejas y más fáciles de alcanzar, aplicando, en la medida de lo posible, los puntos referidos en el modelo sobre diseño y traza de barrios y "colonias".

3. Infraestructura y equipamiento verde (ambiental)

Planear y diseñar las ciudades y/o poblaciones, de tal manera que se integren edificios e infraestructura de tipo ambiental durante su diseño, construcción y toda su vida útil.

a) Certificación ambiental de edificios. En países como México se debe motivar al promotor inmobiliario para que reciba incentivos que le permitan diseñar y construir edificios verdes, no solamente por el hecho de ser completa o parcialmente sustentables y ahorrar recursos de todo tipo, sino para realmente motivar e incentivar al promotor a la búsqueda de la reducción de los impactos ambientales, aspecto que sus edificios provocan en el aire, agua y suelo. Esta medida es para el mejoramiento del ambiente, de la economía local y de la sociedad que lo habita.

- b) Eficiencia energética en los edificios. Se busca diseñar edificios que cumplan con la normativa local y nacional sobre la reducción del consumo de energías, en los que, primeramente, se debe realizar un proyecto que cumpla con cuestiones de diseño pasivo o bioclimático a escala urbano-arquitectónica para, posteriormente, hacer un plan adecuado al clima y al contexto, así como a las necesidades de demanda en los consumos. De manera que el diseño activo, en caso de ser necesario, reduzca el uso del consumo de electricidad, gas LP, gas natural y otros insumos.

El rubro de diseño y planeación sustentable de la energía, por lo general, es el que mayormente impacta, por lo que se debe poner especial atención en este aspecto. Aunado al plan pasivo y activo de la energía, se deben proponer alternativas a nivel urbano y arquitectónico para usar energías alternativas de tipo renovable y ecológica para su uso en la operación y mantenimiento, tanto de la infraestructura urbana como del equipamiento.

- c) Reducción del agua en los edificios. Lo mismo que en el punto anterior, se deben planear las ciudades y poblaciones, previendo los consumos y desechos del agua. Desde la escala arquitectónica existen muchas alternativas para la reducción y el mejor aprovechamiento del agua en los edificios, comenzando con la reducción de los consumos, el uso de aguas grises y de lluvia, así como la aplicación de tecnologías ambientales en materia de equipo hidráulico y sanitario, como equipos e instalaciones ahorradoras de bajo consumo y de tipo ecológico.
- d) Prevención de la contaminación por actividad de la construcción. En este punto, lo importante es reducir la contaminación por las actividades durante la construcción, principalmente controlando la erosión del

suelo, la sedimentación por efectos de agua y polvo en las superficies.

- e) Reducción del agua en áreas exteriores. Es muy importante reducir los consumos del agua no solamente al interior de los edificios, sino también en áreas exteriores, por ejemplo, hay que evitar construir áreas verdes y jardines donde no se requieran; en cambio, colocar pavimentos permeables. Reducir el riego de jardines usando plantas y árboles de bajo consumo en agua que puedan adaptarse al clima del lugar.
- f) Reutilización de edificaciones. Procurar extender la vida útil de los edificios e instalaciones desde su planeación y diseño por durabilidad, flexibilidad y, al mismo tiempo, ya durante su funcionalidad, brindarles un mantenimiento adecuado, evitando lo más posible reemplazos. Diseñar los edificios, de tal manera que al final de su uso sean desmantelados, no demolidos, para así poder reutilizar algunos o todos sus componentes originales para otras edificaciones.
- g) Reutilización adaptativa y conservación del patrimonio edificado. Cuidar el patrimonio edificado y natural, de manera que se sigan usando de forma adaptativa y con un valor sustentable para las generaciones presentes y futuras.
- h) Mitigación de perturbaciones en el sitio a causa de la vegetación. Reducir o evitar las perturbaciones o invasiones de maleza, ramas u otras formas de vegetación no deseada en los edificios y sus partes, principalmente como las instalaciones, tuberías, tejados, etc., que puedan dañar la estructura o su envolvente.
- i) Gestión del agua de lluvia. Planear y diseñar los proyectos y desarrollos de modo que no solamente se aproveche el agua de lluvia al interior de los edificios, sino que realmente se puedan diseñar los sistemas adecuados al contexto para cargar los mantos freáticos

del lugar, mejorando así los cuerpos de agua y el ecosistema del espacio.

- j) Reducción de islas de calor. Minimizar los efectos en los microclimas del lugar, sobre todo para mitigar las consecuencias nocivas que causan las “islas de calor” al hábitat del ser humano y de algunos animales y plantas. Lo anterior a través de la utilización de vegetación endémica, pavimentos permeables, creando sombras en puntos estratégicos para superficies tanto horizontales (pisos, techos y pavimentos) como verticales (fachadas), uso de materiales reflectantes, paneles y parasoles que incluso puedan contener celdas fotovoltaicas, etcétera.
- k) Orientación solar. A escala urbana-arquitectónica mejorar la eficiencia energética del sitio, creando condiciones óptimas para el uso de recursos solares pasivos y activos, tanto para ganar calor como para perderlo (dependiendo del clima, del lugar y de los requerimientos de diseño bioclimático). A escala urbana, usar orientación por o en bloques; a escala arquitectónica usar orientación por unidad o edificio.
- l) Producción de energía renovable. Como ya se había comentado, el uso de energía renovable para satisfacer parcial o totalmente algunas necesidades en los edificios, en los barrios y en las ciudades o poblaciones es muy importante para la sustentabilidad del diseño y planeación de los desarrollos para reducir los daños ambientales y económicos, relacionados con el uso de energía fósil a través de energía alternativa (renovable y de bajo o cero emisiones de carbono) de tipo solar, eólica, fotovoltaica, biomasa, hidrógeno, geotérmica, hidráulica, etcétera.
- m) Sobre aire acondicionado y calefacción. Reducir los consumos de energía por concepto de aire acondicionado y calefacción a una escala desde el edificio al barrio o sector. Se debe proponer una planta generadora

de energía eléctrica que funcione con energía limpia, ecológica y que pueda atender a la mayoría de los edificios de la localidad o distrito. Lo anterior se puede lograr en combinación con un adecuado y apropiado diseño bioclimático inicial. Solamente en caso de un clima extremo se recomienda el empleo de sistemas artificiales de acondicionamiento de aire y calefacciones.

- n) Eficiencia en la infraestructura de energía. Disminuir y mitigar los daños al ambiente, causados por un mal uso y operación de la infraestructura de energía de la localidad. Trabajar con el municipio para instalar nuevas tecnologías probadas ambiental y funcionalmente, que sean ecológicas y eficientes (alumbrado, bombas, motores, capacitores, etcétera).
- ñ) Gestión de los residuos líquidos. Reducir las descargas de residuos líquidos municipales desde la escala arquitectónica a la escala urbana. Se recomienda iniciar con modelos como LEED® o BREEAM® para disminuir los consumos de agua potable a través de distintas estrategias ambientales para, posteriormente y a una escala urbana, restar las descargas municipales y regionales (Hernández y Cruz, 2011: 22).
- o) Reutilización y reciclaje de la infraestructura. Disminuir impactos ambientales por medio del uso de materiales recuperados, reusados y reciclados, evitando la utilización de materia prima virgen para nuevos productos. Esta recomendación se relaciona con el rubro de diseño sustentable de los materiales, su elección para determinadas aplicaciones que sean compatibles con las propiedades y características físicas y químicas del material a reutilizar o reciclar.
- p) Gestión de los desechos sólidos. Reducir el volumen de los desperdicios depositados en rellenos sanitarios y promover el manejo apropiado de residuos peligrosos. Al igual que en la disminución de desechos líquidos se

propone, primeramente, reducir los desperdicios sólidos en todo el ciclo de vida de los productos y materiales empleados en edificios, desde su planeación, diseño, construcción, uso, operación, mantenimiento hasta el fin de su vida útil.

- q) Reducción de la contaminación por luz y destellos. Mejorar la visibilidad nocturna en la ciudad o población, disminuir los destellos por luces artificiales y aprovechar la luz de día en la mayoría de las actividades diurnas. Poner especial atención en el alumbrado público residencial, de vías de transporte y en plazas y senderos públicos.

En el caso de México, la problemática sobre la certificación ambiental de edificios está definida en los incentivos y también en la falta de cultura y/o conocimiento de las obligaciones de los dueños. Sobre los incentivos, éstos deben crecer y beneficiar a todas las partes, principalmente a los dueños y desarrolladores de los edificios y de la infraestructura, para que obtengan beneficios cuantificables por diseñar y construir edificios ambientales o parcialmente ambientales. Segundo, los mismos dueños de edificios, tanto públicos como privados, deben tener la conciencia y responsabilidad de aumentar el número de construcciones ecológicas, certificadas o no, pero que cumplan con los requisitos marcados en los modelos de ejemplo.

4. Innovación

Implementar innovación para aumentar eficiencia en cada uno de los proyectos de desarrollo local y regional.

- a) Proyectos innovadores y eficientes. Puede implementarse la innovación en materia de diseño y/o tecnología por medio de proyectos piloto o casos de prueba para evaluar la eficiencia en determinado tiempo y, así, ponerlo en funcionamiento de forma pertinente.

b) Que los proyectos sean liderados por un profesional acreditado. Se recomienda que ésta implementación sea certificada y liderada por un profesional acreditado nacional o internacionalmente. El problema y la solución es el mismo caso del punto 8 (innovación) del análisis para el modelo de BREEAM® Communities.

5. Prioridad regional

a) Que el proyecto tenga prioridad regional de acuerdo con los programas y planes de desarrollo de las instancias competentes y respectivas; por ejemplo, de los gobiernos municipales y estatales. A su vez, que los proyectos conlleven el desarrollo sustentable de la región con beneficios locales y regionales.

Como se puede observar, ambos modelos o metodologías, tanto la de BREEAM® Communities, como la de LEED® Neighborhood Development coinciden en la inclusión de criterios de sustentabilidad dentro de los procesos de planeación de infraestructura y equipamiento urbanos, así como en la propuesta de diseño y planeación inteligente para la movilidad y el transporte urbano y también en la conectividad urbana y la localización de tipo inteligente del proyecto o proyectos que mejoran no solamente las condiciones ambientales, económicas y sociales de los barrios y de la ciudad completa, sino también las culturales, educativas, de ahorro de recursos de todo tipo, así como el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

En ese sentido, el problema y la solución es el mismo caso del punto 2 (economía local) del análisis para el modelo de BREEAM®.

Resulta oportuno remitir a la tabla 2 del cuarto capítulo, la cual contiene estrategias de diseño sustentable en edificación y urbanización por rubros ambientales propuestos por los autores de este libro. Esto para la reducción del nivel de

carbono en la planeación de ciudades mexicanas basadas tanto en la metodología BREEAM® Communities (BRE, 2014), en la de LEED® NC (USGBC, 2014b) así como también en varios modelos y lineamientos diversos (como documentos de la CONAVI del gobierno de México) que fueron de utilidad para la integración de la propuesta del tercer capítulo.

Conclusiones de capítulo

Las metodologías LEED® Neighborhood Development y BREEAM® Communities pueden ser de gran utilidad para el diseño y planeación de ciudades inteligentes y de bajo nivel carbono tanto en sus países de origen (Estados Unidos y Reino Unido, respectivamente) como para México y Latinoamérica con sus adaptaciones a los nuevos contextos (por ejemplo, en la tabla 2 para el contexto mexicano).

La planeación inteligente de ciudades puede comenzar desde una escala arquitectónica, pasando por planeación urbana de barrios y sectores hasta ciudades y regiones. La planeación inteligente de barrios debe obedecer a un método específico que contenga, en primera instancia, los siguientes rubros: localización inteligente del proyecto, conectividad urbana inteligente e infraestructura y equipamiento ambiental.

El modelo de BREEAM® Communities (comunidades) está más abierto a la planeación general de la ciudad y es ideal para las primeras fases de planeación urbana, mientras que el modelo de LEED® Neighborhood Development (desarrollo de barrios) tiene exclusivamente una guía especializada en el desarrollo de barrios, en la que se menciona una parte de planeación inteligente. Las dos metodologías son muy útiles porque se complementan.

Las ciudades se organizan en sectores y éstos, a su vez, en barrios, los cuales deben ser diseñados de manera inteligente para ser debidamente ubicados y localizados, de tal forma que la relación con el resto de la ciudad y la región

sea accesible y productiva. Así, la planeación de los barrios tiene que ser lo más compacta posible, no solamente para beneficiar al peatón y a la bicicleta, sino también para tener a la comunidad interconectada, de modo que se eviten los recorridos de grandes distancias y combinar, así, los usos de suelos que proporcionen todos los servicios que requerimos, es decir, vivienda, educación, salud, trabajo, esparcimiento y comercio.

Para concluir, cuando se trata de ciudades inteligentes se debe hablar de infraestructura y equipamiento sustentable, resaltando, principalmente, la característica ambiental en su diseño y planeación, por lo que cada edificio e infraestructura deberá apegarse a un método reconocido internacionalmente, como por ejemplo LEED® o BREEAM®.

CAPÍTULO 4

Diseño de un clúster o racimo urbano para ciudades inteligentes y de bajo carbono

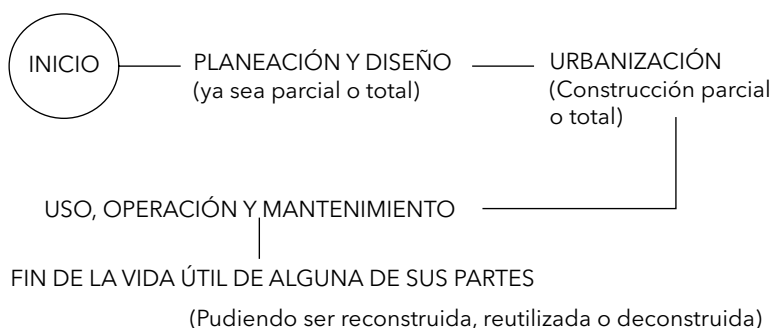
Las ciudades de bajo nivel de carbono son aquellas para cuya construcción, urbanización, operación y mantenimiento emiten a la biosfera bajas cantidades de carbono y sus equivalentes. Una urbe de estas características implica una planeación y diseño inteligente, en donde se busca reducir y mitigar los impactos ambientales que éstas generan a lo largo de su ciclo de vida.

Para entender mejor el ciclo de vida de una ciudad debemos separar a las urbes en sus distintas partes de infraestructura y equipamiento, ya que cada una de éstas tiene su propia durabilidad, lo que dependerá de su periodo histórico y económico. Se sabe que las ciudades son sistemas complejos que evolucionan a través del tiempo, por lo que es difícil separar sus fases de ciclo de vida y predecir su tiempo de utilidad de manera exacta.

La figura 4 resume el ciclo de vida de una ciudad promedio, el cual inicia con la planeación del proyecto, ya sea de urbanización nueva o ya existente; posteriormente, en la etapa de diseño se realizan documentos formales que van desde estudios diagnósticos de planificación y de impacto ambiental, hasta anteproyectos y proyectos ejecutivos completos que reúnan todos los requisitos y documentos anexos, de acuerdo con un plan de diseño sustentable y a la normativa correspondiente en edificación y urbanización. Luego de ello, continúa la siguiente fase del ciclo que es la urbanización y construcción en la que se ejecuta el proyecto. La siguiente etapa se refiere al uso, operación y mantenimiento de lo construido o urbanizado, es decir, es la fase de uso en la que la vida útil de cada componente construido comienza. Final-

mente, la etapa del ciclo se refiere al término de la vida útil de dichos componentes construidos, ahí se toman las acciones previamente planeadas sobre si los activos se reutilizarán, demolerán, reconstruirán o se deconstruirán:

Figura 4
Ciclo de vida de las ciudades



Fuente: elaboración propia.

La rápida y descontrolada urbanización recae, en parte, en el diseño inoperante de los barrios, aunado a una mala planeación de los usos de suelo urbano, así como de otros problemas de tipo demográfico como la migración del campo a la ciudad, en el aspecto económico como la falta de empleos e ingresos, e, incluso, en el ámbito cultural y social como la discriminación de la cultura rural y de las costumbres de los pueblos indígenas que, de hecho, es de donde provienen la mayoría de las poblaciones urbanas de la actualidad, ya que hasta antes del año 2010 la mayoría de la población estaba ubicada en zonas rurales (ONU, 2008: 9).

Por otro lado, la planeación y el diseño de las ciudades tienen un papel muy importante en la mitigación y reducción de la presencia de carbono a nivel local y global, por lo que es necesario proponer un cambio radical en la manera de planear y diseñar las ciudades, para así contrarrestar los efectos del cambio climático, mismos que podemos resumir en los siguientes puntos:

- Contaminación de aire, suelo y agua.
- Disminución de los niveles freáticos.
- Fragmentación del medio natural y de la biodiversidad.
- Incremento del nivel del mar.
- Variación de la velocidad del viento (Carmin, 2009).
- Variación en la precipitación.
- Cambios en la flora y fauna (Carmin, 2009).
- Aumento en la migración del campo a la ciudad.
- Largos periodos de calor.
- Aumento del efecto de islas de calor (Carmin, 2009).
- Variación en la temperatura y humedad del ambiente (Carmin, 2009).
- Extinción de especies de flora y fauna.
- Olas de calor extremo y frentes fríos.
- Incrementos en los niveles del mar a nivel global que producen tsunamis y alteraciones en las corrientes marinas y de aire.
- Cambios en la cantidad de precipitación pluvial promedio, máxima y mínima que ocasionan inundaciones (Carmin, 2009).
- Sequías extremas y otros problemas asociados, como afectación al ciclo del agua.
- Incendios sin causa aparente.
- Erosión en zonas donde antes no se presentaba (Carmin, 2009).
- Afectaciones a la producción alimentaria, forestal, pecuaria, minería, transporte y pesca.

Existen datos preocupantes sobre los niveles de urbanización mundial requeridos en un futuro inmediato. Por ejemplo, para el año 2035, China necesitará construir nuevas ciudades para albergar cerca de 350 millones de personas, solamente en 20 años más (McKinsey, 2009).

Diseño y planeación de ciudades de bajo nivel de carbono

El consumo de energía de origen fósil para la construcción y operación de todas las ciudades en el mundo trae como consecuencia un gran daño para el calentamiento global (Van Der Werf *et al.*, 2009: 737; Bin-Marsono y Balasbaneh, 2015: 100; Fouqueta *et al.*, 2015: 51-52) por lo que arquitectos y urbanistas deben enfrentar y solucionar estos problemas en varios rubros. Desde el arquitectónico micro hasta una escala metropolitana o macro para que exista una incidencia a una escala global.

En México, como todo el mundo, el modelo de planeación de ciudades ha concentrado a la población en zonas urbanas y semiurbanas ineficientes e improductivas que incrementa la desigualdad social y genera contaminación, lo que pone a grandes sectores de la población en situación de riesgo ante el cambio climático (Molina-Pasquel, 2014).

Con base en lo anterior, en el presente capítulo se plantean las siguientes preguntas: ¿todas las ciudades alrededor del mundo producen una cantidad de huella de carbono similar?, ¿qué sector en México impacta más en materia de emisiones de carbono a la atmósfera?, ¿cómo los arquitectos y urbanistas pueden reducir y mitigar la huella de carbono que producen las ciudades?, ¿cómo podemos reducir los consumos de recursos en las ciudades para mejorar su metabolismo sin disminuir la calidad de vida de los habitantes?

Podemos anticipar que la primera respuesta es que tanto urbanistas como arquitectos deben diseñar y planear ciudades de bajo nivel de carbono y de pocos impactos ambientales. En segunda instancia, los planes de desarrollo urbano tienen que contemplar adecuados y productivos usos de suelo, tanto del medio urbano como del medio rural. Subsecuentemente, arquitectos y urbanistas deben saber que las ciudades son sistemas complejos y que éstas, a su vez, se sub-

dividen en subsistemas, cada uno con una función específica que incidirá en el resto del sistema y que impactará al resto de ellos.

Algunos de estos subsistemas importantes son:

- Morfología urbana (forma, traza y estructuración)
- Usos de suelo
- Infraestructura y equipamiento (energía, telecomunicaciones, hidráulica-sanitaria, transporte, etcétera)
- Movilidad urbana
- Población
- Migración
- Actividades económicas (manufactura, servicios, producción de alimentos)
- Actividades sociales (cultura, educación, esparcimiento, etcétera)
- Impactos del clima
- Gobierno

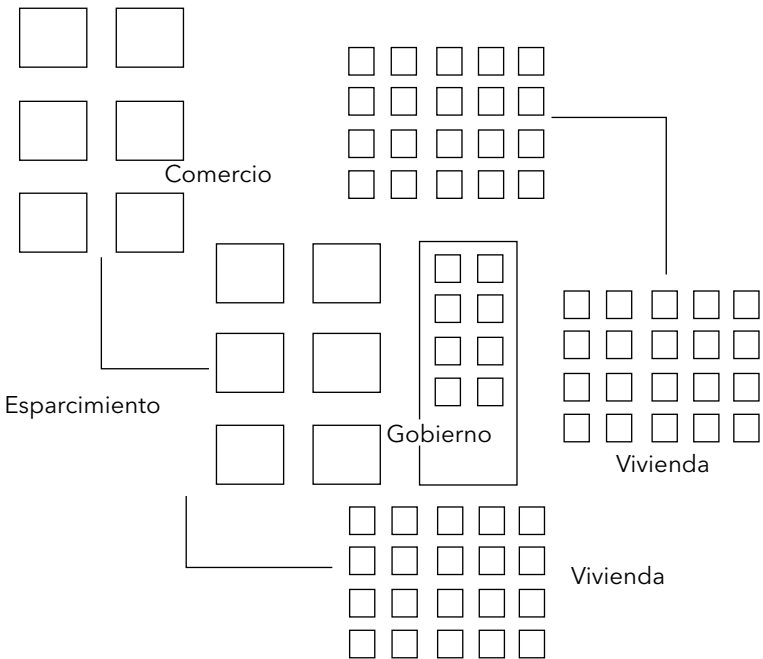
Una solución parcial a la planeación urbana actual debe partir del diseño de clústeres o racimos urbanos de bajo nivel de carbono (figura 5), compuestos por barrios y sectores urbanos con varios tipos de usos de suelo a escala urbano-arquitectónica o meso, diseñados de tal forma que puedan reducir los impactos ambientales en las ciudades.

De esta forma, cada conformación urbana y arquitectónica tiene un nivel o grado determinado de huella de carbono. Sería importante y, en complemento a la hipótesis, que estos bloques edificados a partir de clústeres o racimos urbanos incorporen en sus usos de suelo los que son típicamente utilizados en zonas rurales, como agricultura y producción de energía en pequeña y mediana escala; esto con el fin de dar soluciones parciales a los mayores problemas de los lugares urbanos que tienen la necesidad de energías limpias y la producción de alimentos. Por lo tanto, se estaría generando un

nuevo tipo de ciudad que hemos llamado rura-ciudad o ciudad ruralizada, la cual es de bajo nivel de carbono e incorpora soluciones inteligentes al desarrollo de ciudades, sobre todo en México y Latinoamérica.

La propuesta de planear y diseñar un clúster urbano se basa en la edificación por bloques (figuras 5 y 7) que sirva como aproximación o patrón de diseño para la planeación de ciudades de bajo nivel de carbono y ante el criterio de –planeación urbana inteligente–, propiciando soluciones de generación de empleos, de producción de alimentos y energía a pequeña y mediana escala en las ciudades, coadyuvando así al desarrollo regional sustentable y al mejoramiento de la calidad de vida de muchos habitantes urbanos de la actualidad y del futuro.

Figura 5
Clúster o racimo urbano, según determinados usos de suelo



Fuente: elaboración propia.

La anterior imagen muestra un racimo o clúster urbano conformado en bloques con determinados usos de suelo urbano, en los cuales se pudieran integrar también usos de suelo característicos del medio rural como producción de alimentos, energía y esparcimiento. Aunado a lo anterior, los usos del suelo influyen de forma muy marcada en las dinámicas urbanas de las ciudades, con lo que aumentan o reducen en gran medida los efectos ambientales, económicos, migratorios y del “metabolismo urbano”, propio de las ciudades y entendido como el estudio físico de los flujos requeridos para satisfacer la economía de una urbe (Fernandez, 2014: 3). Dicho de otra forma, se refiere a la manera como se consumen todo tipo de recursos en una ciudad o asentamiento humano, por lo que se deben ordenar y controlar de tal modo que no afecten en el crecimiento de las ciudades ni en las actividades humanas que ahí se realicen.

En fases iniciales del diseño urbano de bajo carbono se recomienda, primeramente, delimitar el espacio urbano de las ciudades a una escala urbano-arquitectónica o meso en la cual se generaría un modelo o patrón llamado clúster o racimo urbano. Posteriormente, es de gran utilidad servirse de diversas estrategias de diseño ambiental (tabla 2) y diseño inteligente (estrategias para diseño de clústeres de bajo carbono), generadas previamente por los autores de este documento a través de la revisión de varios modelos de diseño ambiental, principalmente el modelo LEED® de Estados Unidos, el método BREEAM® de Reino Unido, así como el código CEV® de la CONAVI (Comisión Nacional de Vivienda) de México. Esto con el fin de proponer un modelo propio de diseño sustentable de ciudades y de incorporar en el diseño del clúster aspectos referentes al manejo sustentable del sitio, agua, energía, materiales, desechos y confort, propiciando así un diseño ambiental.

Por otro lado, las estrategias de diseño del clúster urbano de bajo carbono también se han propuesto tras revisar

modelos, métodos, normas e información que respondieran a la siguiente pregunta: ¿cómo podemos reducir los consumos de recursos en las ciudades para mejorar su metabolismo sin disminuir la calidad de vida de los habitantes? Por lo que surgió la idea de diseñar un patrón urbano que sirva de ejemplo en la planeación de ciudades con una huella baja de carbono sin disminuir la calidad de vida de los habitantes (figura 7).

¿Todas las ciudades y países alrededor del mundo producen una cantidad de huella de carbono similar?

No todas las ciudades ni los países producen una huella similar de carbono a la atmósfera, ya que las ciudades son diferentes y cada una tiene sus propios mecanismos de urbanización, manutención y operación. Además, la variable “metabolismo” o consumo de recursos cambia dependiendo del tamaño, la vida útil y las características de la urbe.

Por ejemplo, los países que más producen CO₂e (entendido como las emisiones de gases de efecto invernadero como metano, óxido nitroso, hidro-fluoro-carbonos, etc., que equivalen a determinadas cantidades de emisiones de dióxido de carbono) son China, que produjo en 2012 8,106 millones de toneladas (Department of Energy, 2015); seguido de Estados Unidos, con 5,270 millones de toneladas; India, con 1,831 millones de toneladas; Rusia, con 1,782 millones de toneladas; Japón, con 1,259 millones de toneladas; Canadá, con 551 millones de toneladas; Brasil, con 500 millones de toneladas; México, con 498,971 millones de toneladas durante ese mismo año. Lo anterior sin contar las emisiones ocasionadas por el sector forestal ni de cambio de uso de suelo para todos los casos (Department of Energy, 2015).

Precisamente la mayoría de estos países tienen las ciudades más grandes del mundo, como Shanghai (China), Nueva York (EUA), Delhi (India), Tokio (Japón), Ciudad de México (México) (ONU, 2008: 11), etcétera.

¿Qué sector en México impacta más en materia de emisiones de carbono a la atmósfera?

Los asentamientos humanos en México producen CO₂e al año por medio de varias fuentes. Las principales por sector son (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012: 197):

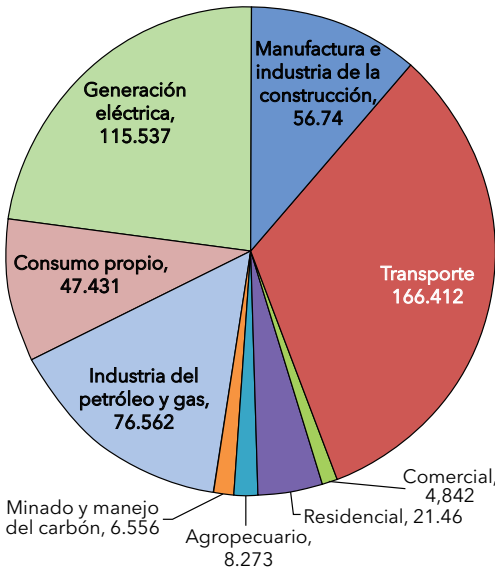
- Consumo propio: 47.431 millones de toneladas
- Generación eléctrica: 115.537 millones de toneladas
- Manufactura e industria de la construcción: 56.740 millones de toneladas
- Transporte: 166.412 millones de toneladas
- Comercial: 4.842 millones de toneladas
- Residencial: 21.460 millones de toneladas
- Agropecuario: 8.273 millones de toneladas
- Minado y manejo del carbón: 6.556 millones de toneladas
- Industria del petróleo y gas: 76.562 millones de toneladas

En la figura 6 se observa que el sector de transporte es el que más emitió CO₂e a la atmósfera con 166,412 millones de toneladas durante el año 2012, seguido de la generación y consumo de la energía eléctrica con 115,537 millones de toneladas. En tercer lugar, está la manufactura e industria de la construcción, con 56.74 millones de toneladas, por lo que al momento de planear las ciudades se debe procurar disminuir los consumos en estos sectores.

Diseño y planeación inteligente de ciudades de bajo carbono. *¿Cómo los arquitectos y urbanistas pueden reducir y mitigar la huella de carbono que producen las ciudades?*

Con base en el impacto en materia de emisiones de carbono a la atmósfera, acompañado de un estudio previo del autor referente al de un modelo de planeación de ciudades de bajo nivel de carbono, el cual contiene una serie de estrategias de diseño y planeación sustentable de ciudades (tabla 2), se podrá determinar exactamente en qué puntos se debe trabajar más durante el diseño de ciudades para reducir y mitigar los impactos ambientales que, según la figura 6, se presentan con mayor peso en los sectores de transporte, generación y consumo de electricidad y manufactura e industria de la construcción o urbanización.

Figura 6
Emisiones de CO₂e (en millones de toneladas) producidas en México en 2012 por sector



Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012: 197).

A partir de la revisión de las leyes mexicanas relacionadas con la protección del ambiente, caso específico de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012: 2) de la Ley de Cambio Climático y su acuerdo sobre la Estrategia Nacional de Cambio Climático (Diario Oficial de la Federación, 2013: 2-11), así como de tres modelos referentes en el mundo sobre construcción ambiental: Leadership in Energy and Environmental Design, LEED® por sus siglas en inglés (United States Green Building Council, 2014), BREEAM® (Building Research Establishment, 2014) y el Código de Edificación de vivienda CEV-CONAVI® de la Comisión Nacional de Vivienda del gobierno de México (Comisión Nacional de Vivienda, 2015: 301-304), se formuló una propuesta general para reducir el nivel de carbono en las ciudades, desde el punto de vista urbano-arquitectónico, mismo que se concentra en la tabla 2 por rubro y éste por diversas estrategias de diseño sustentable en edificación y urbanización.

Tabla 2
Estrategias de diseño sustentable en edificación y urbanización por rubro ambiental*

Plan de diseño sustentable en edificaciones y urbanizaciones por rubro ambiental (estrategias de diseño y planeación sustentable)
Proyecto: /
Ubicación del proyecto: /
Responsable de la obra: /
Proyecto urbano-arquitectónico: /
Consultor en diseño arquitectónico sustentable: /

Continúa...

* Modelo propuesto por los autores del presente documento para la reducción de la huella de carbono en la planeación de ciudades.

1. Estrategias urbanas y del sitio
Gestión y participación comunitaria para el desarrollo o modificaciones a los planes de desarrollo urbano.
Prioridades y necesidades de la población.
Servicios de infraestructura y equipamiento urbano de tipo ecológico.
Mejoramiento de la infraestructura del transporte (movilidad inteligente y sustentable).
Considerar en el diseño y la planeación los usos y costumbres locales de la población.
Diseño incluyente (discapacitados y necesidades especiales).
Proveer adecuada calidad del aire en las ciudades (cuantificable).
Disminución regional y global de la energía a través de uso de energías alternativas limpias y renovables de baja huella de carbono en las ciudades.
Ventajas y oportunidades de desarrollo económico para la zona (ventajas y oportunidades para negocios, gobierno y ciudadano).
Previsión y provisión de uso de suelo.
Plan de movilidad e interconectividad urbana, preferentemente peatonal, con transporte ecológico y de bajo consumo de energía (Hickman <i>et al.</i> , 2010).
Manejo sustentable de parques y jardines en las ciudades (reforestación y mayor captura de carbono).
Manejo sustentable del transporte y de la movilidad en las ciudades.
Manejo integral de residuos de la ciudad, incluyendo los de la industria de la construcción.
Planeación de la durabilidad y vida útil de los componentes de las ciudades y edificios. Información que sirve también para calcular la presencia de carbono de los materiales con que están hechas las edificaciones.
Conservación del suelo, aire y del agua en las ciudades.
Prevención y mitigación de riesgos en las ciudades.
Evitar sitios vulnerables a riesgo (por ejemplo: inundación o protegidos como reservas naturales. Revisar y consultar el plan y los programas de desarrollo urbano de la localidad).
Orientación del edificio y emplazamiento en el terreno (orientar el edificio, preferentemente Oriente-Poniente para ganar calor en el eje longitudinal dependiendo los casos, clima y tipo de edificio).
Análisis del equipamiento e infraestructura urbana para conocer el radio de acción de impacto del proyecto (para posible llegada en bicicleta y motocicleta, o prevenir malos olores, ruido o contaminación lumínica). Por supuesto, para mejorar los servicios públicos de la zona.
Plan de manejo de la obra exterior (pavimentos, andadores, calles, aplicación de concreto poroso o permeable en pavimentos exteriores. Revisar el sistema de alcantarillado, aplicación de lámparas al exterior con celda fotovoltaica y sensor de luz, etcétera).

Continúa...

Control de la erosión y plan de manejo del paisaje entorno al sitio (propuesta para evitar erosión del terreno durante la fase de construcción y post-construcción; propuesta de jardinería utilizando vegetación endémica y adecuada para invierno y verano, dependiendo de las orientaciones del inmueble, del clima y del tipo de edificio).
Alternativas de transporte en el sitio, considerar áreas de aparcamiento de bicicletas y motocicletas, así como accesos y rutas), preferentemente en el siguiente orden: Peatonal Bicicleta
Motocicleta Transporte público Transporte privado Incluye la evaluación estratégica del transporte del lugar, calles seguras, cómodas y atractivas, ciclovías y el mejoramiento del transporte público de tipo ecológico y bajo consumo.
Desarrollo del sitio en su protección y restauración (incluye relación biótica y abiótica del lugar, acrecentar la biodiversidad del sitio, creación de microclimas al interior, usar vegetación endémica).
Planeación y control de la cantidad de agua de lluvia en el sitio (captación, almacenamiento y uso). Determinar necesidades y área de captación según precipitación pluvial.
Reducción de islas de calor (con techos verdes en la azotea del lado sur, jardines y arboles al exterior y el uso de protectores solares de la fachada sur). Instalación de velarías en la azotea que permita cubrir (implementación de pavimentos permeables de concreto poroso y “ado-pasto®”).
Reducción de la contaminación lumínica, acústica y por malos olores (mediante barreras naturales).
Mejoramiento del valor ecológico del sitio (a través de áreas verdes, uso de ecotécnicas y conservación de la biodiversidad del sitio).
2. Estrategias de agua
Mínimo de tuberías e instalaciones y eficiencia en sus conexiones (revisar instalación hidráulica).
Aseguramiento y medición del rendimiento de la cantidad del agua (en el edificio completo o por partes).
Instalaciones adicionales tanto en tubería como en conexiones para reducir el consumo del agua de 10% a 40% (uso de lavabos, mingitorios e inodoros ahorradores; por ejemplo, los mingitorios de gel, uso de sensores de tiempo en lavabos y mingitorios, etcétera).
Reducción del consumo del agua de la red con agua de lluvia (20% aprox.) (determinar la superficie de captación).
Uso del agua en torres de enfriamiento en climas cálidos.

Continúa...

Uso de sistemas para aprovechamiento de aguas grises para aplicaciones no potables (incluye tratamiento biológico y químico) (usar aguas grises. Depositarlas y llevarlas solamente en urgencias a mingitorios e inodoros o transportarlas a un depósito o cisterna para luego, por medio de bombeo, trasladarlas a un tinaco en la azotea).
Tratamiento de aguas negras (revisar reglamento de agua potable o norma técnica correspondiente).
3. Estrategias de energía
Control pasivo para rendimiento de energía en los edificios:
Orientación del edificio para aprovechamiento de ganancia o pérdida de calor (reducir la ganancia de calor en abril y mayo, principalmente en fachada sur).
Optimizar el envolvente del edificio para mejorar el rendimiento térmico del inmueble (aislamiento térmico al norte, sellado de ventanas y juntas constructivas posibles, cancelas de doble vidrio en fachada norte).
Proveer iluminación natural (tragaluces, domos, persianas, parasoles. Revisar cubo de escaleras, iluminar por cambios de losas o con luz natural con fibra óptica en caso de sótanos).
Proveer ventilación natural (ventilación directa, cruzada, barlovento y sotavento, ventanas, ventilas, ventiladores pasivos). Nota: revisar detalles de cancelería y proponer más entradas de aire para provocar ventilación cruzada, checarlo en los planos de detalles de cancelería. Revisar los vientos dominantes en meses más calurosos.
Proveer ecotecnologías (para adecuada ganancia o pérdida del calor para ventilar y enfriar principalmente se recomienda aislar térmicamente las fachadas).
Control de la humedad al interior del inmueble (mediante adecuada ventilación natural).
Control activo para el rendimiento de energía en los edificios
Iluminación artificial (reducir la energía con lámparas ahorradoras, uso de sensores y actuadores inteligentes).
Ventilación artificial (sistemas de aire acondicionado y calefacción, sólo si es necesario. Uso de ventiladores eléctricos combinados con sensores y actuadores inteligentes o automatizados). Se podría eliminar el aire acondicionado, total o parcialmente, mediante sistemas pasivos de climatización mediante una torre de enfriamiento e iluminación cruzada, con lo cual se lograría evitar la calefacción artificial a través sistemas pasivos de calefacción.
Ganancia o pérdida de calor artificial (sistemas de aire acondicionado y calefacción combinados con sistemas inteligentes o automatizados).
Humidificación y deshumidificación artificial e inteligente (implementar sensores de humedad. Uso de humidificadores y deshumidificadores).
Diseño eficiente de los sistemas electromecánicos
Proveer una adecuada instalación de iluminación artificial (luminarias, fases, cargas, conductores).

Continúa...

Maximizar el rendimiento de los sistemas electromecánicos (posible uso de capacitores eléctricos).
Uso eficiente de los equipos y aparatos (que cumplan con la norma técnica ambiental de ahorro de energía correspondiente).
Instalación de dispositivos eléctricos reductores del consumo de energía eléctrica (capacitores).
Uso de energía de bajo impacto ambiental
Uso de energías renovables u otras fuentes alternas (fotovoltaica y calentamiento pasivo del agua. Proponer el cuarto de máquinas en la azotea para el sistema FV. Hacer cálculo FV para cubrir 10-15% de la carga total instalada). Considerar a nivel urbano generadores eólicos de electricidad, generadores minihidráulicos, geotérmicos y de otras energías alternativas de base de hidrógeno.
Simular el total de la energía que se usaría
Integrar los sistemas y reducir el uso total de la energía hasta 30% (se estima un 20% para este caso, con relación con edificios convencionales).
Medir las emisiones de carbono por efecto de energía del transporte.
Uso de tecnología innovadora para los sistemas de energía.
4. Estrategias de confort al interior y exterior de los edificios
Calidad del aire
Controlar la humedad y prevenir agentes infecciosos (Integrar sensores de humedad en el sistema de aire acondicionado).
Proveer buena ventilación para mayor confort térmica y patógena (ventilación natural y artificial).
Control del tabaco (usando señalética).
Control de la calidad del aire al interior (plan y monitoreo, utilizando sensores de CO ₂).
Factores humanos
Proveer buenas condiciones térmicas (diseño pasivo y activo). Proveer una zona de confort cerca de 22°C.
Proveer buena iluminación (diseño pasivo y activo). Proveer la luminancia necesaria tanto en forma natural como artificial.
Proveer una buena ventilación (diseño pasivo y activo). Proveer intercambios de aire por segundo en l/s, aprox. 8 l/s por usuario.
Proveer buenas condiciones acústicas (diseño pasivo y activo). Por ejemplo, de 35-48 dB para el ambiente en una oficina.
Proveer buenas condiciones de vibraciones (diseño pasivo y activo). Revisar las cargas de trabajo en la estructura, sellado de vidrios y ventanas y ajuste general en accesorios y equipo.
Proveer adecuado desahogo visual al exterior (diseño pasivo). Revisar condiciones.
Controlar los malos olores externos (diseño pasivo y activo).
Control del confort por ocupación y ergonomía (diseño pasivo y activo). Revisar mobiliario según espacios arquitectónicos y actividades a realizar.

Continúa...

Control de condiciones de humedad (diseño pasivo y activo). Revisar ventilación natural para llegar a un porcentaje ideal de humedad entre 30 y 50%.
Otros factores
Limpieza y mantenimiento del inmueble (prever y proveer un manual de limpieza). Productos y equipos usados para limpieza y mantenimiento (tipo biodegradable).
Control interno de contaminantes químicos y físicos (manual de limpieza y mantenimiento).
5. Estrategias en materiales de construcción
Evaluación de propiedades de materiales y disminución de volúmenes en la obra (revisar materiales empleados).
Análisis por ciclo de vida en materiales para reducir su presencia de carbono, tanto en la producción de materiales como en la disposición final de los desechos.
Extracción de materias primas
Uso de materiales de poco impacto ambiental durante su uso, con bajo nivel de carbono (hacer estudios y selección de materiales para tal fin).
Producción
Uso de materiales recuperados y remanufacturados (materiales de reutilización en buenas condiciones).
Uso de materiales y productos con contenido reciclado (revisar si hay en la región).
Uso de materiales renovables (maderas, fibras naturales, adobes).
Distribución
Uso de materiales producidos localmente (realizar lista de materiales de la región).
Instalación y construcción
Uso de materiales de baja emisión de sustancias volátiles. Evitar materiales como selladores y pinturas con alto índice de compuestos orgánicos volátiles.
Uso de materiales durables. Revisar la vida útil que marca el fabricante; en caso de que no haya información, estimarla o calcularla.
Reutilización y reciclaje
Uso de materiales reusables, reciclables y biodegradables (realizar lista de materiales ecológicos, según normas técnicas acordes a México).
6. Estrategias en desperdicios de construcción
Reducción de los desechos y desperdicios en todo el ciclo de vida. Control de desechos del edificio en el tiempo de su funcionamiento (hacer programación).
Manejo apropiado de los residuos peligrosos. Control de desechos en todo el tiempo de uso del edificio con base en normas mexicanas.
Elaboración de un manual de mantenimiento para reducir desperdicios el ciclo de vida del inmueble (elaboración de manual de mantenimiento para el inmueble. Manejo de residuos sólidos en toda su vida útil).
Conservación de recursos
Reutilización de edificios existentes (ya sea por completo o sólo partes de edificios en conjunto).

Continúa...

Diseño para un menor uso de materiales. Reducir espacios arquitectónicos y volúmenes de obra.
Diseño de edificios pluri-funcionales o adaptables (diseño arquitectónico flexible).
Diseño de edificios para ser desmantelados, no demolidos (uso de prefabricados y sistemas de prefabricación).
Manejo de desperdicios
Ahorrar y reciclar los desperdicios de demolición (incluyendo desperdicios de obra durante fase de construcción).
Reducir, reutilización y reciclar los desperdicios de construcción (incorporar desperdicios a nuevos componentes de la construcción).
Reducir y reciclar los desperdicios de envasado de productos (separar y reciclar las bolsas).
Reducir y reciclar los desperdicios de los usuarios del edificio (separar la basura durante la fase de ocupación del inmueble).
Reducir y tirar apropiadamente los desperdicios peligrosos (consultar a especialistas en caso de usar materiales peligrosos durante y después de la fase de construcción).

Fuentes: elaboración propia, con base en Building Research Establishment (2014); Comisión Nacional de Vivienda (2015) y United States Green Building Council (2014).

Planeación y diseño de un clúster o racimo urbano de bajo carbono. ¿Cómo podemos reducir los consumos de recursos en las ciudades para mejorar su metabolismo sin disminuir la calidad de vida de los habitantes?

Como se ha comentado en la parte introductoria del presente capítulo, la planeación urbana inteligente debe estar basada en el diseño de clústeres o racimos urbanos de bajo carbono (figuras 5 y 7), constituidos por barrios con varios tipos de uso de suelo (a una escala urbano-arquitectónica o meso) formadas de tal manera que puedan reducir los impactos ambientales en las ciudades. Para tales fines, el objetivo de esta sección es definir y detallar las características principales de un clúster urbano de bajo carbono que sirva de diseño y permita la conformación de ciudades de bajo carbono y/o bajo impacto ambiental.

Por tanto, en primer lugar, se deben definir e identificar las causas de consumo de recursos en las ciudades:

- a) La primera y que mayor efecto ambiental causa es la energía e impactos causados para el uso, operabilidad y mantenimiento de la infraestructura de las ciudades, principalmente electricidad, gas, agua y generación de desechos sólidos y líquidos.
- b) Las emisiones y consumos de combustibles (gasolina, diesel y otros combustibles para el transporte y movilidad).
- c) Impactos ocasionados por la construcción de los edificios medidos en carbono, contenido en los materiales y procesos constructivos, producidos desde la extracción de la materia prima hasta la manufactura de los materiales y productos de construcción.
- d) Otros impactos como la producción de alimentos, el sector ganadero e industrial y los mismos efectos climatológicos y físicos adversos del medio ambiente.

Dos soluciones directas que se proponen en este capítulo para reducir los consumos de recursos, son: 1) producir energía al interior de las ciudades, reducir los consumos de energía y agua; disminuir los residuos sólidos y líquidos; 2) mejorar el “metabolismo” urbano en las ciudades, incorporando la agricultura urbana y la producción de alimentos a escala meso o urbano-arquitectónica.

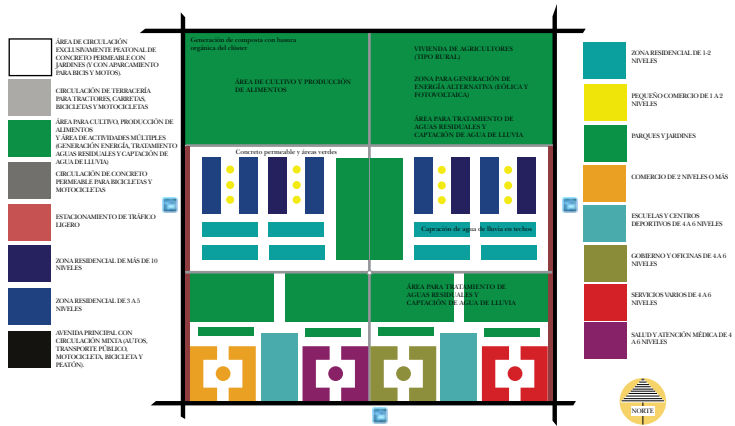
En segundo lugar se enlistan estrategias y puntos clave para el diseño de clústeres urbanos de bajo carbono:

- a) Densificar verticalmente y de manera paulatina el equipamiento urbano (la edificación) incluyendo, por supuesto, vivienda, comercio, gobierno, industria, educación y otros servicios a través de bloques urbanos para disminuir el tamaño tradicional de las ciudades grandes, horizontales y desordenadas.

- b) Reducir la movilidad urbanas de tipo horizontal, es decir, las avenidas, carreteras y calles, con el fin de aumentar las vías peatonales, con bicicleta y de transporte público masivo como el tren ligero y autobuses.
- c) Uso de patios urbanos y solares para iluminar y ventilar bloques de edificios.
- d) Utilización de retículas urbanas para el acomodo de edificios con una combinación variada de usos de suelo, que permita, sobre todo, que la vivienda esté cerca de los centros de trabajo y que el comercio y las zonas de esparcimiento estén próximas a los hogares.
- e) Facilitar los espacios para la peatonalización y bicicletas en un ambiente verde y de áreas al aire libre.
- f) Favorecer los espacios de esparcimiento como parques y jardines.
- g) Con base en las soluciones directas sobre disminución de consumos de recursos en las ciudades, se proponen superficies de terreno destinado a producir energía y alimentos, lo cual sería, en resumen, fuentes de trabajo y empleo de los habitantes. Esto representa una combinación de usos de suelo urbano con los típicos rurales de agricultura y de generador de energía. Aunque se propone producción de energía y alimentos a pequeña escala y en zonas urbanas, esto no quiere decir que se dejará de producir energía y alimentos en zonas rurales, sean tradicionales o a gran escala. Bajo este punto y con esta premisa, se estarían proponiendo las rura-ciudades o ciudades ruralizadas como respuesta a la reducción y mitigación de emisiones de carbono a la biosfera.

A continuación, se muestra un diseño de un clúster urbano de bajo nivel de carbono (figura 7) como respuesta urbano-arquitectónica en la reducción y mitigación de la presencia de carbono en las ciudades actuales.

Figura 7 Clúster urbano de bajo carbono



Fuente: elaboración propia, con base en la metodología planteada en este documento.

Se observa en la anterior imagen un clúster urbano de bajo carbono, el cual está basado en las estrategias de diseño sustentable de la tabla 2 del presente capítulo, así como en las estrategias que se enlistan arriba referentes al diseño de clústeres urbanos. Así, el clúster es un conjunto de edificios y componentes urbanos que permiten varios tipos de usos de suelo urbano en forma de “racimo”, que conforman las ciudades y que se pueden utilizar como patrones de diseño en la planeación de ciudades de bajo nivel de carbono, principalmente porque ayudan a incorporar usos de suelo tradicionalmente de zonas rurales (agricultura y producción de energía) en áreas urbanas.

Es muy importante destacar que el diseño inteligente de este tipo de conformaciones urbanas va acompañado del uso y aplicación de las estrategias de diseño ambiental, como el caso de la tabla 2 y de otros modelos como el manual técnico de comunidades (*communities*) del diseño europeo BREEAM® (Building Research Establishment, 2014).

El ejemplo del clúster urbano de la figura 7 es una propuesta que hacen los autores del presente documento, en primer lugar, con la finalidad de presentar una aproximación a la solución del diseño y planeación de ciudades de bajas emisiones de carbono y otros impactos ambientales que también inciden en el desarrollo de ciudades. Por ejemplo, se proponen áreas para la producción de alimentos con parcelas para cultivo irrigadas en el mismo clúster (figura 7) en las que el agua proviene, principalmente, de la recolección de agua de lluvia y del tratamiento biológico de las aguas grises de residuos líquidos de los mismos edificios.

También se sugiere una densidad urbana de mediana a alta, lo que permite una concentración importante de la población al juntar la mayoría de las actividades importantes que en las ciudades se realizan, exceptuando la actividad industrial, lo cual se considera que sea en un área alejada de los clústeres principales. Por otro lado, se sugiere que al interior del clúster sólo se permita la movilidad peatonal, acompañada única y exclusivamente de bicicletas, lo cual disminuye notablemente el uso de vehículos particulares. El aparcamiento de vehículos particulares se propone, como muestra la figura 7, en la periferia del clúster, inmediatamente al lado de las avenidas principales. Esto permitirá que al interior del clúster únicamente transiten peatones, bicicletas y, esporádicamente, motocicletas y tractores.

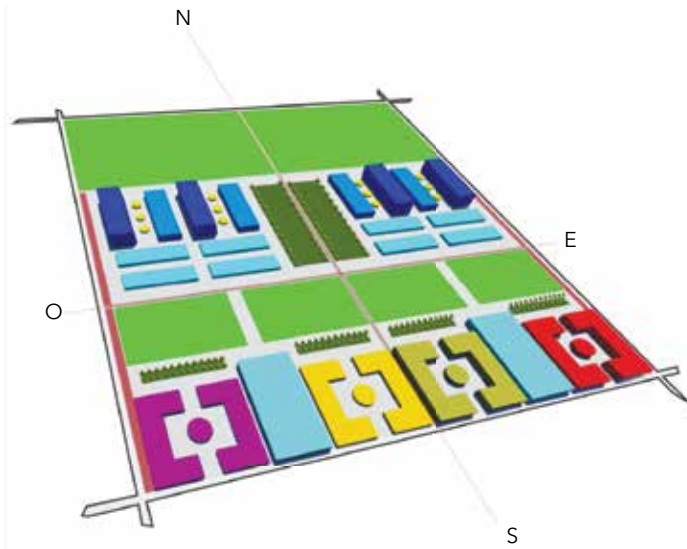
Al mismo tiempo, se propone que estas áreas verdes de cultivo sean utilizadas también para producir energía alternativa, a pequeña escala (figura 7) a través de varios recursos tecnológicos como los generadores eólicos, los paneles fotovoltaicos u otras fuentes limpias y libres de emisiones de carbono que aseguren satisfacer el uso de energía en las ciudades sin recurrir a la totalidad de energías de alto impacto ambiental.

En lo referente a la infiltración de agua en los mantos freáticos, el total de la superficie del clúster se propone que sea

permeable junto con las áreas de jardines y zonas de cultivo, así como todos los espacios de viabilidad, tanto peatonal como de bicicletas y tractores con diversos materiales que permitan de 70 a 80% la permeabilidad (figuras 7 y 8).

Por otro lado, el acomodo de los bloques de los edificios (figura 8) permite un asoleamiento mejor distribuido, orientando la mayoría de las fachadas en el eje oriente-poniente y, también, dándole un lugar especial al lado sur para el caso de ciudades ubicadas en el hemisferio norte, que permite, además, una mejor ganancia de calor, así como de iluminación y ventilación.

Figura 8
Vista en 3D del clúster urbano de bajo carbono



Dibujo: Silverio Hernández Moreno y Sebastián Alejandro Carrión Sánchez.

Conclusiones de capítulo

Las ciudades son sistemas complejos que evolucionan a través del tiempo, por lo que se vuelve difícil separar sus fases de ciclo de vida y predecir su durabilidad de manera exacta.

No todas las ciudades ni todos los países producen una presencia similar de carbono a la atmósfera, ya que cada uno es diferente y tiene sus propios mecanismos de urbanización.

La rápida y descontrolada urbanización recae, en parte, en el diseño inoperante de los barrios, aunado a una mala planeación de los usos de suelo urbano.

La mayoría de las ciudades en el mundo están basadas en una economía de consumo de energías de origen fósil con emisiones altas de carbono a la atmósfera, lo que provoca calentamiento global y cambio climático.

El consumo de energía de origen fósil para la construcción y operación de todas las ciudades en el mundo trae como consecuencia aproximadamente 50% del daño total por calentamiento global.

En segunda instancia, los planes de desarrollo urbano deben de contemplar adecuados y productivos usos de suelo, tanto del medio urbano como del medio rural.

La planeación urbana inteligente debe estar basada en el diseño de clústeres o racimos urbanos de bajo carbono, compuestos por barrios con varios tipos de usos de suelo (a una escala urbano-arquitectónica o meso) formadas de tal manera que puedan reducir los impactos ambientales en las ciudades.

Los usos del suelo también influyen de modo muy marcado en las dinámicas urbanas de las ciudades, por lo que aumentan o reducen en gran medida los efectos ambientales, económicos, migratorios y del “metabolismo urbano” propio de las ciudades.

El clúster de la presente propuesta puede ser de gran utilidad como patrón de diseño para la planeación de ciuda-

des de bajo carbono y por medio del criterio de planeación urbana inteligente, incluyendo la planeación de rura-ciudades, propiciando soluciones de generación de empleos, producción de alimentos y energía a pequeña y mediana escalas en las ciudades, coadyuvando así al desarrollo regional sustentable y al mejoramiento de la calidad de vida de muchos habitantes urbanos de la actualidad y de un futuro próximo.

CONCLUSIONES

Resulta necesario un cambio de paradigma respecto a uso de modelos obsoletos de planeación urbana existentes todavía, pues lejos de crear ciudades y poblaciones habitables, generan y aglutinan numerosos problemas de todo tipo, vertidos en áreas exclusivamente urbanas y que, además de esto, fragmentan al medio rural y natural, disminuyendo su capacidad para generar recursos que mantengan los centros de población.

En los próximos años habrá una gran tendencia de las migraciones del campo a la ciudad, por lo que, para 2050, 70% de la población mundial vivirá en zonas urbanas, principalmente megaciudades, lo cual una planeación urbana inteligente debe evitar.

Para los próximos años la infraestructura urbana (al menos 50%) deberá sustituirse y reemplazarse por completo, debido a las nuevas dinámicas urbanas y, principalmente, por el fin de su vida útil y la durabilidad de muchas construcciones e instalaciones.

La proporción de emisiones antropogénicas de GEI (Gases de Efecto Invernadero) procedentes de ciudades representa entre 40 y 70% del total en el mundo.

La mayoría de las edificaciones pequeñas y medianas serán hechas por empresarios de medianas empresas, en tanto que los proyectos grandes como aeropuertos, plantas de energía y presas serán realizados solamente por empresas muy grandes, así que, en este sentido, la tendencia actual seguirá hasta 2050.

En Latinoamérica (región con la mayor tasa de urbanización del planeta), más de 80% de los registros por pérdidas relacionados con desastres se dieron en zonas urbanas y, si

bien existen variaciones según los países, entre 40 y 70% fueron en ciudades de menos de 100,000 habitantes.

La cuestión ambiental es la que más incidencia tendrá en los cambios globales del diseño y planeación de ciudades hacia el futuro inmediato, ya que aún quedan reservas de petróleo que, inevitablemente (debido a los modelos industriales y empresariales actuales), se tendrán que quemar para mantener el modelo capitalista de la actualidad, lo cual traerá problemas de todo tipo.

Se ha reducido la capacidad de crecimiento económico y de inversión pública/PIB en México, de 12% en 1992 a 4-6% en 2016.

Para 2020, se calcula que 85% de la población pobre de Latinoamérica y 50% de África y Asia se concentre en zonas urbanas, lo que traerá como resultado un notable aumento en el desempleo y en la falta de oportunidades, alimentos y diversos insumos y recursos naturales, pues al ser fragmentado el medio rural, se reducirán notablemente tales aspectos.

Lo anterior impacta al diseño y planeación de ciudades ya que, primeramente, éste debe ser lo menos repercusivo posible, reduciendo los efectos a través del diseño ambiental con modelos como el de LEED®, BREEAM® Communities (adaptados al contexto mexicano) y el Código nacional de Edificación de Vivienda de la Comisión Nacional de Vivienda (CEV-CONAVI®). Segundo, porque los diseñadores y urbanistas deben incluir en sus proyectos energías alternativas de tipo renovable, ecológica y limpia para encarar el cambio climático.

El diseño debe ser durable y flexible para que los proyectos se puedan adaptar a los cambios futuros, en cuestión de uso del edificio o sustitución y reemplazos de sus componentes.

Surgirán nuevos materiales y procedimientos de construcción basados, por ejemplo, en cuestiones nanotecnoló-

gicas que directa o indirectamente impactarán en el diseño y planeación de edificios y ciudades, marcando la pauta en la construcción y, por tanto, cambiarán los diseños y las formas de hacer arquitectura, tendiente hacia una arquitectura y planeación más mecanizada, automatizada y digital, elaborada por profesionistas del área que emplean gran variedad de herramientas, técnicas digitales y *software* para tales efectos en donde se irá perdiendo cada vez más la esencia del diseño humano para pasar al diseño y planeación por sistemas expertos de inteligencia artificial.

Las ciudades son sistemas complejos que van evolucionando a través del tiempo y se vuelve difícil separar sus fases de ciclo de vida y predecir su durabilidad y su vida útil de manera exacta.

No todas las ciudades ni todos los países producen una presencia similar de carbono a la atmósfera, ya que las ciudades son diferentes y cada una tiene sus propios mecanismos de urbanización.

La rápida y descontrolada urbanización recae, en parte, en el diseño inoperante de los barrios, aunado a una mala planeación de los usos de suelo urbano.

La mayoría de las ciudades en el mundo están basadas en una economía de consumo de energías de origen fósil con emisiones altas de carbono a la atmósfera que provoca el calentamiento global y el cambio climático.

El consumo de energía de origen fósil para la construcción y operación de todas las ciudades en el mundo trae como consecuencia aproximadamente 50% del daño total por calentamiento global.

En segunda instancia, los planes de desarrollo urbano deben contemplar adecuados y productivos usos de suelo, tanto del medio urbano como del medio rural.

La planeación urbana inteligente debe estar basada en el diseño de clústeres o racimos urbanos de bajo carbono, compuestos por barrios con varios tipos de usos de suelo (a

una escala urbano-arquitectónica o meso) formadas de tal manera que puedan reducir los impactos ambientales en las ciudades.

Los usos del suelo también influyen de forma muy marcada en las dinámicas urbanas de las ciudades, con lo que logran aumentar o reducir, en gran medida, los efectos ambientales, económicos, migratorios y del “metabolismo urbano” de las ciudades.

El clúster de la presente propuesta puede ser de gran utilidad como patrón de diseño para planeación de ciudades de bajo carbono y por medio del criterio de planeación urbana inteligente, incluyendo la planeación de rura-ciudades, propiciando soluciones de generación de empleos, producción de alimentos y energía a pequeña y mediana escalas en las ciudades, coadyuvando así al desarrollo regional sustentable y al mejoramiento de la calidad de vida de muchos habitantes urbanos de la actualidad y de un futuro próximo.

Se concluye que las metodologías LEED® Neighborhood Development y BREEAM® Communities pueden ser de gran utilidad para el diseño y planeación de ciudades inteligentes y de bajo nivel de carbono, tanto en sus países de origen (Estados Unidos y Reino Unido respectivamente) como para México y Latinoamérica, con sus propias adaptaciones al contexto.

La planeación inteligente de ciudades comienza desde una escala arquitectónica, pasando por planeación urbana de barrios y sectores urbanos hasta ciudades y regiones. La planeación inteligente de barrios debe obedecer a un método específico que contenga, en primera instancia, los siguientes rubros: localización inteligente del proyecto, conectividad urbana inteligente e infraestructura y equipamiento ambiental.

El modelo de BREEAM® Communities (comunidades) está más abierto a la planeación general de la ciudad y es ideal para las primeras fases de planeación urbana, mientras

que el modelo de LEED® Neighborhood Development (desarrollo de barrios) tiene exclusivamente una guía aterrizada al desarrollo de barrios, en donde se menciona una parte de planeación inteligente, pero de igual forma las dos metodologías son muy útiles porque se complementan.

Las ciudades se organizan en sectores y éstos, a su vez, en barrios, los cuales deben ser diseñados y planeados de manera inteligente para estar, en primera instancia, correctamente ubicados y localizados, de tal forma que la relación con el resto de la ciudad y la región sea accesible y productiva.

La planeación de los barrios debe ser lo más compactos posibles, no solamente para beneficiar al peatón y a la bicicleta, sino también para tener a la comunidad conectada para que de ese modo se eviten los recorridos de grandes distancias. Al mismo tiempo, sería oportuno combinar los usos de suelos que proporcionen todos los servicios que se requieren, desde vivienda, educación y salud hasta trabajo, esparcimiento y comercio.

Cuando se habla de ciudades inteligentes se debe tratar de infraestructura y equipamiento sustentable, resaltando principalmente la característica ambiental en su diseño y planeación, por lo que cada edificio tiene que apegarse a un método reconocido internacionalmente, como por ejemplo LEED® o BREEAM®.

REFERENCIAS

- Allen Robert, C. (2012). "Technology and the Great Divergence: Global Economic Development since 1820", *Explorations in Economic History*, 49 (1), 1-16.
- Bin Marsono, A. K. y T. Balasbaneh Ali (2015). "Combinations of Building Construction Material for Residential Building for the Global Warming Mitigation for Malaysia", *Construction and Building Materials*, 85, 100-108.
- Building Research Establishment (2014). BREEAM® *Communities Technical Manual*, Reino Unido: BRE.
- Calvillo, C.F., A. Sánchez-Miralles y J., Villar (2016). "Energy Management and Planning in smart cities", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 273-287.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2012). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, DOF 04-06-2012, México: Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, Gobierno de México.
- Carmin, J. (2009). "Preparing Cities for Climate Change: An International Comparative Assessment of Urban Adaptation Planning. MIT-ICLEI Climate Adaptation Survey Instrument". Cambridge: MA: MIT Department of Urban Studies and Planning. Recuperado de <<http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/89476>>).
- Cheung Ming, F. J. (2013). "Carbon Reduction in a High-Density City: A Case Study of Langham Place Hotel Mongkok Hong Kong", *Renewable Energy*, 50, 433-440.
- Chitewere, T., K. Shim Janet, C. Barker Judith y H. Yen Irene H. (2017). "How Neighborhoods Influence Health: Lessons to be Learned from the Application of Political Ecology", *Health & Place*, 45, 117-123.

- Chourabi H., N. Taewoo, S. Walker, J. R. Gil-Garcia, S. Mellouli, K. Nahon, TA Pardo, H. J. Scholl (2012). "Understanding Smart Cities: an Integrative Framework". In *Proceedings of 45th Hawaii International Conference on System Science (HICSS)*, (2289-2297).
- Cities Alliance (2015). *Cities Alliance. Cities without Slums. Preparado para la Alianza de las Ciudades por el Grupo de Asentamientos Humanos del Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado de <http://www.citiesalliance.org/sites/citiesalliance.org/files/CIVIS_1_Spanish.pdf>.
- Comisión Nacional de Vivienda (2015). *Código de Edificación de Vivienda CEV*, México: CONAVI.
- Department of Energy (2015). "Total Carbon Dioxide Emissions from the Consumption of Energy 2012", Estados Unidos: Department of Energy, DOE. Recuperado de <http://www.eia.gov/beta/international/data/browser/index.cfm#/?pa=00000000000000000000000002&c=ruvvvvvfvvvvv1vvvvvvfvvvvvfvvsu20evvvvvvvvvvvfvvg&ct=0&tl_id=44-A&f=A&cy=2012&start=1980&end=2012>.
- Diario Oficial de la Federación (2013). *DOF: 03/06/2013. Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Dumreicher, H. (2008). "Chinese Villages and their Sustainable Future: The Union-China-Research Project 'SUCCESS'", *Journal of Environmental Management*, 87, 204-215.
- Erell, E., D. Pearlmuter y T. Williamson (2011). *Urban Microclimate*, Estados Unidos: Earthscan.
- Fernandez, J. E. (2014). *Scales of Urban Metabolism*. Boston: Urban Metabolism Group MIT, "2014 International Sustainable Campus Network".
- Foncerrada, L. (2015). "Riesgos previsibles para el crecimiento, 2015 y 2016". Recuperado de <<http://www.economia>

- unam.mx/cempe/PDFs/Reuniones/15-1_riesgos_previsibles_para_el_crecimiento_2015-2016.pdf> (consultado el 8 de abril de 2016).
- Fouqueta, M., A. Lévassé, M. Margni, A. Lebert, S. Lasvaux, C. Souyri Buhé y M. Woloszyn (2015). "Methodological Challenges and Developments in LCA of Low Energy Buildings: Application to Biogenic Carbon and Global Warming Assessment" *Building and Environment*, 90, 51-59.
- Friedmann, J. (2005). "Globalization and the emerging culture of planning", *Progress in Planning*, 64 (3), 183-234.
- Ging, J., R. Tejerina-Anton, G. Ramakrishnan, M. Nielsen, K. Murphy y J. M. Gorham (2014). "Development of a Conceptual Framework for Evaluation of Nanomaterials Release from Nanocomposites: Environmental and Toxicological Implications", *Science of The Total Environment*, 473 (474), 9-19.
- Green Building Council (2014). *LEED USA™, Versión 4.0*. Estados Unidos: Green Building Council.
- Hamedani Massih, N. y R. E. Smith (2015). "Evaluation of Performance Modelling: Optimizing Simulation Tools Tostages of Architectural Design", *Procedia Engineering*, 118, 774-780.
- Harlan Sharon, L. y M. Ruddell Darren (2011). "Climate Change and Health in Cities: Impacts of Heat and Air Pollution and Potential Co-benefits from Mitigation and Adaptation", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3 (3), 126-134.
- Hernández Moreno, S. (2010). *Diseño y manejo sustentable en edificación*. México: UAEMex.
- Hernández Moreno, S. (2015a). *Diseño por durabilidad en arquitectura y edificación*, México: Trillas.
- Hernández Moreno, S. (2015b). "Durability by Design in Cities", *Arquiteturarevista*, 11 (1) 22-30.
- Hernández Moreno, S. y Cruz-Medina, M. (2011). "Sustainable Management of Domestic Water Residues and Diminution

- of Discharges into Municipal Collectors in Mexico”, *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 6 (2), 21-34.
- Hickman, R. Ashiru, O. Banister, D. (2010). “Transport and Climate Change: Simulating the Options for Carbon Reduction in London”, *Transport Policy*, 17, 110-125.
- Huijuan, D., O. Satoshi, F. Tsuyoshi, G. Yong, F. Minoru y D. Liang (2014). “Achieving Carbon Emission Reduction through Industrial & Urban Symbiosis: A Case of Kawasaki”, *Energy*, 64, 277-286.
- IBM, TheSmarterCity-ENERGY y UTILITIES (2016). Recuperado de <<http://www-03.ibm.com/innovation/us/thesmartercity/energy/index.html>>.
- Jamieson, C. (2011). *Building Futures*. Inglaterra: Editorial RIBA.
- Kaku, M. (2011). *Physics of the future: How Science will Shape Human Destiny and Our Daily Lives by the Year 2100*. Estados Unidos: Editorial DoubleDay.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J. (2007). “The Changing Metabolism of Cities”, *Journal of Industrial Ecology*, 11, 43-59.
- Kennedy, C., D. Stewart Lain, N. Ibrahim, A. Facchini, R. Mele (2014). “Developing a Multi-layered Indicator Set for Urban Metabolism Studies in Megacities”, *Ecological Indicators*, 47 (1), 7-15.
- Kontorovich, A. E. (2009). “Estimate of Global Oil Resource and the Forecast for Global Oil Production in the 21st Century”, *Russian Geology and Geophysics*, 50 (4), 237-242.
- Kunreuther, H. y E. Michel-Kerjan (2014). “Chapter 11 - Economics of Natural Catastrophe Risk Insurance”. En Machina M. y Viscusi K. (editores), *Handbook of the Economics of Risk and Uncertainty*, Volumen 1, 651-699.
- Li, J., S. Guo, Z. Chen (2009). “A Study of the Incremental Trend of the Reserves in Daqing Oilfield and Its Controlling Factors”, *Earth Science Frontiers*, 16 (6), 379-383.

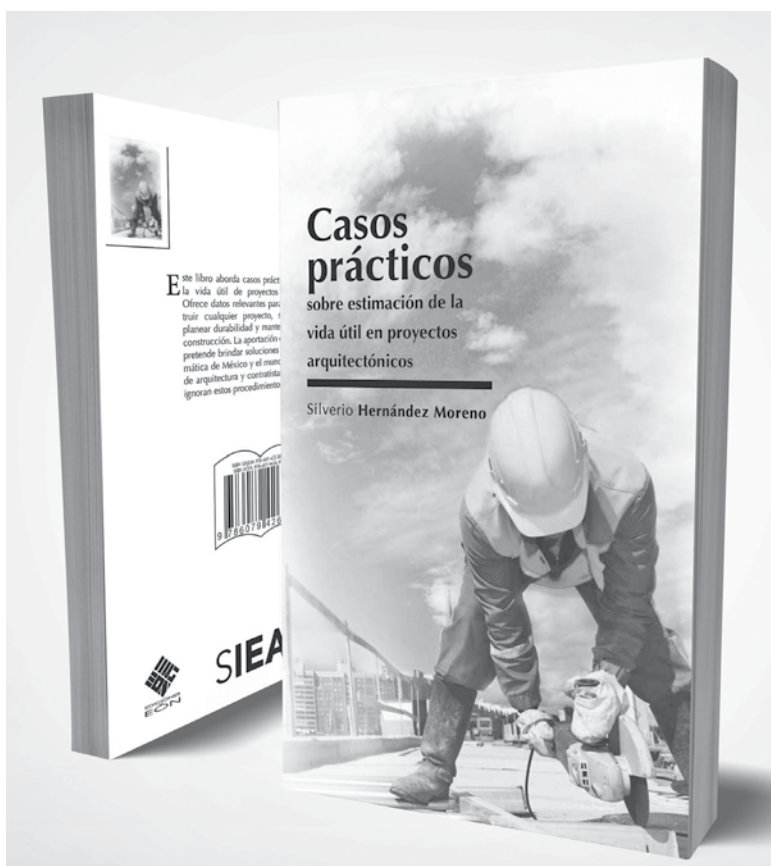
- Li, Y., X. Yang, X. Zhu, P. R. Mulvihill, H. D. Matthews, X. Sun (2011). "Integrating Climate Change Factors into China's Development Policy: Adaptation Strategies and Mitigation to Environmental Change", *Ecological Complexity*, 8 (14), 294-298.
- Loría, E. (2016). "México: crecimiento económico restringido y tipo de cambio, 1950-2014", *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, XLVII (186), 133-160.
- McKinsey and Company (2009). *China's Green Revolution: Prioritizing Technologies to Achieve Energy and Environmental Sustainability*. Australia: New Media.
- Mittal, J. y A. Kashyap (2015). "Real Estate Market Led Land Development Strategies for Regional Economic Corridors- A Tale of Two Mega Projects", *Habitat International*, 47 (1), 205-217.
- Molina, P. y M. Henríquez (2014). "Expansión urbana y cambio climático", *Ciencia*, 65 (4), 10-13.
- Monteiro, F., B. Graizbord, M. Bucciarelli y N. Harrison (2008). *Megacities and Climate Change (Sustainable Urban Living in a Changing World)*. México: El Colegio de México.
- Morvaj, B., L. Lugaric, S. Krajcar. (2011). "Demonstrating Smart Buildings and Smart Grid Features in a Smart Energy City", *In Proceedings of 3rd International youth conference on energetics (IYCE)* (1-8).
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2008). *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*, Estados Unidos: Department of Economic and Social Affairs/ONU.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015). *Glosario de la FAO sobre el cambio climático y la bioenergía*, ONU.
- Peiser, Ri. (2015). "Real Estate Development", en *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)* (67-123), ELSEVIER.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT) (2011). *Informe Mun-*

- dial sobre Asentamientos Humanos. Las Ciudades y el Cambio Climático: Orientaciones para Políticas*. Brasil: Earthscan. Recuperado de <http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=388&Itemid=235>.
- Rassia, S. T. y P. M. Pardalos (2014). *Cities for Smart Environmental and Energy Futures*. Berlín: Springer.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, México*, México: SEMARNAT.
- The State Council (2014). *The National New-type Urbanization Plan 2014-2020*. Beijing: The State Council.
- Thomas, Gregory O., I. Walker, C. Musselwhite (2014). "Grounded Theory Analysis of Commuters Discussing a Workplace Carbon-reduction Target: Autonomy, Satisfaction, and Willingness to Change Behaviour in Drivers, Pedestrians, Bicyclists, Motorcyclists, and Bus Users", *Transportation Research* (72-81).
- Tsuboi, S., S. Ikaruga y T. Kobayashi (2016). "Method for the Proposal and Evaluation of Urban Structures for Compact Cities Using an Expert System", *Frontiers of Architectural Research*, 5, 403-411.
- United States Green Building Council (2014). *LEED USA™, Versión 4.0*. Estados Unidos: Green Building Council.
- Urquidí, V. L. (2002). "Los desafíos del desarrollo sustentable en la región latinoamericana, Programa de Estudios Avanzados en Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente LEAD-México". *Serie Cuadernos de Trabajo No. 5*. México: El Colegio de México.
- USGBC [United States Green Building Council] (2014a). *LEED® v4 for Neighborhood Development*. Estados Unidos: USGBC.

- USGBC [United States Green Building Council] (2014b). LEED® NC USA™, Versión 4.0. Estados Unidos: Green Building Council.
- Van Der Werf, G. R., D. C. Morton, R. S. De Fries, J. G. J. Olivier, P. S. Kasibhatla, R. B. Jackson, G. J. Collatz, Randerson J. T. (2009). "CO₂ Emissions from Forest Loss", *Nature Geo Sci*, 2 (11), 737-738.
- Welzig, M. y G. Steixner (2012). *Housing Density*. Nueva York: Springer Wien.
- Wilcox, J. (2012). *Carbon Capture*. Nueva York: Springer Science+Business Media.
- Yasuhara, K., H. Komine, S. Murakami, G. Chen, Y. Mitani, D. M. Duc (2012). "Effects of Climate Change on Geo-disasters in Coastal Zones and their Adaptation", *Geotextiles and Geomembranes*, 30 (1), 24-34.

Planeación inteligente de ciudades se terminó de editar, en su versión electrónica, el 14 de junio de 2018, en Ediciones y Gráficos Eón, S.A. de C.V., Av. México Coyoacán núm. 421, Col. Xoco, Deleg. Benito Juárez, Ciudad de México, C.P. 03330, Tels.: 5604 1204 y 5688 9112, <www.edicioneseon.com.mx>. Edición limitada de 50 ejemplares. Cuidado ortotipográfico: Piedad Liliana Rivera Cuevas.

Otras publicaciones:



Casos prácticos sobre estimación de la vida útil en proyectos arquitectónicos

Silverio Hernández Moreno

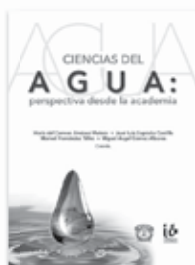
Encuentra éste y otros títulos en el catálogo de Producción Editorial de la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados, en: <http://ri.uaemex.mx>



Adhesión contemporánea en Ortodoncia: Principios clínicos basados en evidencia científica



Tópicos selectos de Ciencias Químicas



Ciencias del agua: perspectiva desde la academia



La educación universitaria: rendimiento académico, reprobación, mercado de trabajo y políticas públicas



Roles docentes en el proceso educativo



Conocimiento ambiental tradicional y manejo de recursos bioculturales en México