

[DOI: 10.24275/uama.1242.9685](https://doi.org/10.24275/uama.1242.9685)



Aníbal Figueroa Castrejón  
Víctor Fuentes Freixanet

Arquitectura  
**Bioclimática y Geodiseño**  
nuevos paradigmas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia

RECTOR GENERAL

Dra. Norma Rondero López

SECRETARIO GENERAL

UNIDAD AZCAPOTZALCO

Dr. Óscar Lozano Carrillo

RECTOR DE LA UNIDAD AZCAPOTZALCO

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas

SECRETARIO ACADÉMICO

Mtra. Ivonne Murillo Islas

COORDINADORA DIVISIONAL DE PUBLICACIONES

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Gloria María Castorena Espinosa

COORDINADORA

Mtra. Irma López Arredondo

Dr. Gabriel Salazar Contreras

Dr. Francisco Toledo Ramírez

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Gabriel Salazar Contreras

PRESIDENTE

Dra. Elizabeth Espinosa Dorantes

Dra. Luisa Regina Martínez Leal

Dra. Gloria María Castorena Espinosa

[DOI: 10.24275/uama.1242.9685](https://doi.org/10.24275/uama.1242.9685)

# **Arquitectura Bioclimática y Geodiseño; nuevos paradigmas**

Aníbal Figueroa Castrejón  
Víctor A. Fuentes Freixanet

Universidad Autónoma Metropolitana  
2021

Arquitectura Bioclimática y Geodiseño; nuevos paradigmas

COORDINACIÓN DE PRODUCCIÓN EDITORIAL  
D.R. © Universidad Autónoma Metropolitana  
Av. San Pablo 180, Col Reynosa Tamaulipas  
México, D.F. C.P. 22000

COORDINACIÓN EDITORIAL: Dr. Aníbal Figueroa Castrejón y  
Dr. Víctor A. Fuentes Freixanet  
DISEÑO DE PORTADA: Lilian Alejandra Ortiz Moreno  
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Gerardo René Aranda Barajas  
REVISIÓN DE TEXTOS: Natalia Figueroa Castorena  
DISEÑO EDITORIAL: Lilian Alejandra Ortiz Moreno

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta, del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del editor, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor, y en su caso de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición, se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Esta es una publicación académica sin fines de lucro.

ISBN versión impresa: 978-607-28-2199-6



# INDICE

Prefacio.....	8
Introducción .....	10
<b>1</b> Cambio climático .....	<b>24</b>
<b>2</b> Población .....	<b>64</b>
<b>3</b> Energía .....	<b>102</b>
<b>4</b> Agua.....	<b>132</b>
<b>5</b> Alimentación .....	<b>166</b>
<b>6</b> Sanidad.....	<b>200</b>
<b>7</b> Comunidades y edificios sustentables y bioclimáticos.....	<b>248</b>
<b>8</b> Paradigmas y conclusiones .....	<b>278</b>

[DOI: 10.24275/uama.1242.9685](https://doi.org/10.24275/uama.1242.9685)

# **Arquitectura Bioclimática y Geodiseño; nuevos paradigmas**

Aníbal Figueroa Castrejón  
Víctor A. Fuentes Freixanet

Universidad Autónoma Metropolitana  
2021



Figura 1. Edificios Anexos H, UAM Azcapotzalco, Ciudad de México.  
Arquitectos: A. Figueroa y V. Fuentes  
Imagen: A. Figueroa (2002)

## Prefacio

Este libro abarca varios tópicos necesarios a considerar en la arquitectura del futuro para reducir su impacto en el planeta. A pesar de la complejidad de los temas, cada uno de los cuales pudiese ser tratado extensamente de forma individual, los autores han logrado desarrollar una muy apropiada introducción a cada uno de ellos relacionándolos además con sus implicaciones en el diseño.

El libro comienza con el cambio climático, que es un problema global que afecta a todo el planeta y a todas las especies. Los edificios que diseñamos ahora deben ser más resilientes para responder a sus efectos, pero al mismo tiempo también deben estar diseñados para reducir sus emisiones de gases efecto invernadero y su impacto en el medio ambiente.

El segundo capítulo explica como los efectos del rápido crecimiento de la población y sus diferentes facetas, como la desigualdad social y las migraciones, están conectados con las crisis actuales de energía, ambiente, clima y salud. Estos problemas serán acrecentados por el cambio climático y continuarán generando transformaciones importantes en nuestros edificios y ciudades. Por lo tanto, es importante proponer nuevas estrategias que den acceso a los habitantes de las ciudades a servicios y equipamientos adecuados y de buena calidad.

El tercer capítulo trata sobre la importancia de la energía y su relación con el desarrollo sustentable. El papel de las edificaciones en el consumo energético global y su consecuente huella en las emisiones de gases efecto invernadero es especialmente relevante. Debemos comprender su impacto e implementar soluciones acordes como los “edificios cero energía”, los cuales lograrían reducir significativamente este problema.

El cuarto capítulo trata el problema de la escasez de agua potable en el mundo, explicando cómo reducir el consumo recolectando agua de lluvia, reutilizando las aguas jabonosas e implementando sistemas de tratamiento de aguas negras. Al ser integradas todas estas estrategias en el diseño, es posible generar edificios con un balance cero-agua.

La alimentación es un derecho establecido en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, que se revisa en el quinto capítulo.

Para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional, es necesario mejorar la infraestructura alimentaria, incrementando el acceso a la comida en zonas urbanas. Esto se puede lograr de muchas formas, entre las que destaca el diseñar edificaciones y comunidades que promueban la producción de comida en zonas urbanas públicas y edificios; acercando de esta forma su producción a los sitios en los cuales se consumen.

El capítulo seis explica la conexión que existe entre el diseño del medio construido en sus diferentes escalas y la salud de sus habitantes. Es importante que el diseño de los espacios en todas las escalas, tanto interiores como exteriores, promueva la salud y el bienestar de todos los usuarios. Esto incluye el confort térmico, acústico y lumínico en los espacios interiores. El libro explica las consideraciones principales que se deben tomar en estos tópicos para lograr edificios saludables.

En el último capítulo se integran todos los conceptos necesarios para lograr un desarrollo sostenible a escala urbana a través del Geodiseño, y de las edificaciones a través de la arquitectura bioclimática. Es importante comprender que los problemas con los cuales nos enfrentemos actualmente son globales y complejos y no se pueden solucionar de forma aislada.

Este libro abre las puertas a los tópicos actuales más importantes que debemos considerar en el diseño de nuestras ciudades, espacios abiertos y edificios para lograr un futuro mejor para todos.

Dr. Pablo La Roche.  
California State Polytechnic University, Pomona

## Introducción

2021 es el nuevo inicio del siglo XXI: No podemos esperar resultados diferentes haciendo lo mismo.

Desde finales del siglo XX y principios del siglo XXI estábamos teniendo señales muy claras de la necesidad de cambios y ajustes en las actividades humanas. El diseño urbano y la arquitectura han sido la materialización de nuestras aspiraciones y formas de vida. Estamos pasando los límites de la sostenibilidad, y éste es un hecho que se confirma cada vez más en forma contundente, aún cuando hay quien todavía no lo reconocen. Sus causas son muchas, pero las premisas fundamentales son el incremento exponencial de la población y el uso indiscriminado de los recursos.

Con veinte años de retraso, el año 2020 ha marcado el inicio de los verdaderos cambios del siglo XXI con de una serie de eventos que transformarán de forma permanente nuestra forma de pensar, vivir y por lo tanto de diseñar espacios, manifestándole en un solo año los límites de los sistemas de asistencia, la inequidad social, el deterioro del planeta y la vulnerabilidad de los seres humanos.

La pandemia del COVID-19 se ha vuelto el primer evento realmente mundial y planetario en la historia reciente de la humanidad, afectando a todos los continentes, a países ricos y pobres, a las megalópolis y a las tribus remotas del Amazonas. Por primera vez entendemos que algunos problemas únicamente pueden ser resueltos en forma global: todos o ninguno.

Los desequilibrios de la suspensión de muchas actividades y la restricción de otras han llevado al límite a otro problema subyacente en la mayoría de los países desde hace muchos años: las graves inequidades e injusticias de las sociedades contemporáneas. Donde las 1,000 (mil) personas más acaudaladas acumulan más riqueza que los 4,600,000,000 (cuatro mil seiscientos millones) de personas más pobres, equivalentes al 60% de la población mundial. La injusticia social está directamente relacionada con las condiciones de vida y los espacios habitados; esto se ha expresado en forma de manifestaciones contra la pobreza, la inequidad, la falta de libertad y la discriminación en todos los continentes y muchas ciudades: Minneapolis, Hong Kong, Ciudad de México, Buenos Aires, Bogotá, París y Bangkok.



Figura 2. Anuncios preventivos de Contagio Covid  
Zona Esmeralda, Estado de México  
Imagen: A. Figueroa (2021)

entre otros. Los sistemas sociales dan señales que manifiestan, cada vez con mayor claridad, que estamos sobrepasando límites económicos y ambientales de un crecimiento sostenible.

Por otra parte, en los últimos doce meses el cambio climático se ha mostrado en forma concluyente al incendiarse -debido a temperaturas récord y a las sequías- 10 millones de hectáreas (100,000 km<sup>2</sup>) de Australia desde junio de 2019 hasta mayo del 2020 y 27.7 millones de hectáreas (277,000 km<sup>2</sup>) en el Oeste de los Estados Unidos durante el año 2020. (Rodríguez, 2020). Solamente en estos dos eventos, en un periodo de doce meses, se ha perdido una superficie forestal equivalente a más que todo el territorio del Reino Unido. (Penney, 2020). Simultáneamente en el Caribe y Golfo de México, este año se han presentado más de 35 huracanes y tormentas tropicales, en una temporada que aún no termina y establecerá nuevas marcas en los fenómenos ciclónicos. (ONU, 2020). Solo en el mes de septiembre del 2020 hubo más de diez de estos fenómenos en el Caribe y Golfo de México con un promedio de uno cada tres días causando muerte y destrucción de edificios e infraestructura en las zonas costeras de diferentes países.

A finales del siglo XX, la Cumbre de Río (1992) y el Protocolo de Kioto (1998) establecieron límites y objetivos para alcanzar un futuro común sostenible. Ya en el siglo XXI, el Acuerdo de París (2006) fijó compromisos internacionales y en el 2015 las Naciones Unidas aprobaron los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible conocidos como Agenda 2030 con metas específicas para mitigar el cambio climático.

Sin embargo, los datos incluidos en este trabajo demuestran que hasta la fecha no se ha hecho lo necesario para atenuar el deterioro ambiental y, por lo tanto, tampoco el cambio climático. Ciertamente ahora existe una mayor conciencia social, pero en forma general, los ajustes realizados en los modos de vida, hábitos de consumo, formas de diseñar y de construir durante los últimos treinta años son casi imperceptibles. Hay muy pocos países que se acercan a las metas propuestas y en la mayoría de los casos éstas se alcanzarán años después de lo esperado. Siendo ahora casi 8,000 millones de seres humanos, continuamos prácticamente con los mismos consumos de energía, agua y alimentos que usábamos a finales del siglo XX, cuando éramos 6,000 millones. El tiempo se agota para efectuar los cambios y ajustes requeridos en nuestras ciudades y edificios.

Muchos arquitectos y diseñadores se sienten satisfechos por cumplir con algunas normas voluntarias que certifican a sus edificios como “verdes”, sustentables o eficientes; aunque en realidad en la mayoría de los casos esto no implica un mejor





Figura 3 Arte Urbano “Black Lives Matter”.  
Washington, DC. Department of Public Works  
Imagen: Aziz, N. N. (2020). Fuente: Artnet News en: <https://news.artnet.com/art-world/mayor-of-washington-paint-black-lives-matter-white-house-1880334>

desempeño de los edificios, un modo de vida más sano o una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

## Objetivo general

Por ello hemos desarrollado este libro cuyo objetivo principal es reflexionar y revisar cuidadosamente la forma en que construimos nuestras ciudades, espacios abiertos y edificios y la relación directa que tiene nuestra forma de diseñar con el cambio climático, el aumento de la población, la eficiencia energética, el uso racional del agua, la alimentación y la salud.

## Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos está el proporcionar información fidedigna, reciente y comprobable sobre los temas analizados y sus implicaciones con el diseño para dimensionar la situación actual y generar soluciones alternativas para las construcciones a corto, mediano y largo plazo.

Con ello, a través del Geodiseño, se busca en primera instancia fomentar una planificación regional y urbana integral, multidisciplinaria y participativa a escala de barrio, ciudad y región que tome en cuenta el equilibrio ambiental y el desarrollo humano integral en el marco del cambio climático.

Asimismo, en la mayor cantidad posible de edificios nuevos o existentes, se propone implementar el diseño bioclimático el cual que se basa en el análisis racional de las condiciones climáticas específicas de un lugar y los requerimientos de confort de sus habitantes para desarrollar sus actividades en forma sustentable, sana, cómoda y segura, consumiendo el mínimo posible de energía y recursos.

Con todo ello, propiciar ajustes en los modos de vida de los diferentes grupos de habitantes promoviendo a través del diseño una mayor congruencia entre medio natural y cultural.

Para facilitar el análisis de la situación actual y sus relaciones con el diseño urbano, arquitectónico, de paisaje e industrial, el documento se organiza en seis capítulos, vinculados directamente con las directrices de la ONU, que son:

1. Cambio Climático
2. Población
3. Energía



Figura 4. Edificio de Oficinas de la Planta de Cemento Holcim-Aspasco en Hermosillo, Sonora.  
Proyecto Arquitectónico: P. Llust, F. Ituarte, O. Lopez y F. Platas. Asesoría Bioclimática: A. Figueroa y V. Fuentes  
Imagen: P. Llust (2011)

4. Agua
5. Alimentación
6. Salud

## Cambio Climático

El Cambio Climático es la mayor amenaza para la especie humana. Sin embargo, para la mayoría de la población es un discurso científico, pero no una advertencia real sobre la urgencia de establecer cambios en nuestras formas de vida. El consumismo y despilfarro de materiales que contaminan el agua, el suelo y el aire, el abuso en el uso de combustibles fósiles y la deforestación, entre otros, son las causas probadas de los graves impactos ambientales generados en los últimos siglos y de manera muy acelerada en el siglo XXI.

Las Naciones Unidas han acordado la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible con objetivos y metas claras para mitigar el cambio climático que han firmado casi todos los países; sin embargo, la velocidad del cambio de las actividades humanas a nivel planetario es mucho más lenta de lo que se necesita.

## Población

El origen de los problemas de sustentabilidad es el incremento exponencial e incontenible de la población humana, llegando actualmente en el mundo a más de 7,800 millones y de los cuales 124 están en México (INEGI, 2021). El incremento de población se complica aún más por el deseo de alcanzar modelos de vida que son insostenibles por sus altos consumos de energía y recursos. Esto ha llevado a movimientos migratorios de cientos de millones de personas del campo a la ciudad, de un país a otro e incluso de un continente a otro. Esta concentración poblacional se ha dado predominantemente en grandes ciudades y megalópolis. En el año 2020 hay 34 ciudades en el mundo con más de 10 millones de personas. A partir del año 2009 la relación de población rural-urbana se invirtió, actualmente el 55% de la población mundial vive en zonas urbanas y se espera que este porcentaje aumente al 68% en el 2050. (UN, 2018). Desafortunadamente, la promesa de una vida mejor en las ciudades no siempre se cumple. Mucha de la gente que llega a las ciudades termina asentada irregularmente en las periferias con graves carencias en calidad de vida y habitabilidad.





Figura 5. Vista de la periferia de la Ciudad de México  
Imagen: Natalia Figueroa (2021)



Figura 6 Huracanes en el 2020  
Arabia Weather (2020). The 2020 Atlantic hurricane season is the most intense and powerful since 1950 [imagen de internet].  
<https://www.arabiaweather.com/en/content/the-2020-atlantic-hurricane-season-is-the-most-intense-and-powerful-since-1950>

## Energía

Las ciudades demandan grandes cantidades de energía. Si consideramos la energía necesaria para elaborar los materiales de construcción, su transporte, la realización de una obra, su operación cotidiana, el mantenimiento necesario y posteriormente su eventual demolición y reciclado, a nivel mundial los edificios consumen aproximadamente al 40% de toda la energía. Sorprende que en México sigue habiendo un alto consumo de leña como material energético. Prácticamente una tercera parte de la energía usada en las viviendas es leña, otra tercera parte es gas licuado y la otra parte es electricidad; la energía solar y otras fuentes alternas de energía no contaminantes no llegan al 1% del total. (SENER, 2019). Lo que indica que continúa en México el uso extensivo de combustibles que ocasionan deforestación y altas emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por otra parte, la electricidad es otra forma energética muy empleada en la arquitectura. La industria y las edificaciones demandan actualmente más del 90% de la electricidad global y se espera que continúe su crecimiento exponencial sobre todo para el enfriamiento de los espacios y por la demanda de electrodomésticos. Es por esta razón que la reducción de la demanda de energía en el diseño de las edificaciones es tan importante dentro de los esquemas y escenarios mundiales de desarrollo sustentable.

## Agua

Todas las edificaciones requieren agua para su construcción, limpieza, operación y mantenimiento. En muchas ciudades sobre todo en África, Asia y América Latina el abastecimiento de agua potable es insuficiente, más aún para una población urbana con un crecimiento muy acelerado, produciendo escasez o falta de agua potable en los edificios utilizados por grandes sectores de la población. Actualmente en nuestras edificaciones empleamos el agua en ciclos abiertos de extracción, transporte, consumo y desecho. Si se cosechara toda el agua de lluvia que cae en las azoteas y reutilizaran todas las aguas grises y jabonosas, se resolverían la mayoría de estos problemas. En lugares con precipitación pluvial media y alta es posible incluso conseguir una total independencia de los edificios a las redes municipales.

No existe información suficiente, ni una normatividad estricta en cuanto al consumo de agua y etiquetado de los accesorios hidro-sanitarios, ni electrodomés-

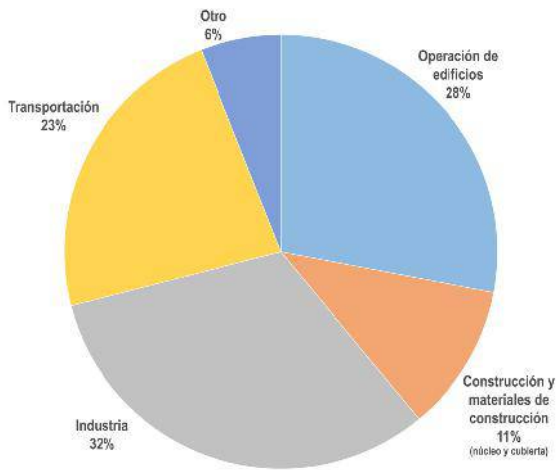


Figura 7. Consumo de la Energía en la construcción y operación de edificios.

Fuente: International Energy Agency (2018). Global Status Report. United Nations Environment Programme, en: <https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf>



Figura 8. Escasez de agua en Iztapalapa

González, Susana (2016) Empiezan las acciones contra la escasez de agua en Iztapalapa [imagen de artículo periodístico] Territorio Informativo.

<http://territorioinformativo.com/2016/02/empiezan-las-acciones-contra-la-escases-de-agua-en-iztapalapa/>

ticos empleados en las construcciones. Los usuarios y los arquitectos los adquieren por su apariencia y precio, sin tomar en cuenta su eficiencia hídrica que impacta directa y permanentemente el consumo de agua, su costo de operación y la degradación del medio ambiente.

## Alimentación

La arquitectura y la alimentación siempre han estado estrechamente relacionadas. El origen de la vivienda es el “hogar” (Real Academia Española, 2020) donde se preparan los alimentos, que significa hoguera o lumbre, pero también casa. Existe una dependencia cada vez mayor de los habitantes urbanos con la producción rural de alimentos. No obstante, la alimentación enfrenta problemas que en los modos de vida actuales se están agudizando: desigualdad alimentaria y nutricional, reducción en la producción de alimentos debido al cambio climático, falta de almacenamiento y distribución eficiente y oportuna de alimentos, entre otros. Todo esto provoca por un lado desabasto y por otro pérdidas y desperdicio. En general carecemos de un sistema alimentario integral y sustentable.

Sin embargo, el surgimiento de un movimiento mundial por ciudades y edificios verdes, abre la posibilidad de cultivar productos alimenticios en los jardines, los muros y las azoteas. También se consolidan gradualmente movimientos sociales hacia los huertos urbanos y la producción para el autoconsumo de vegetales libres de fertilizantes e insecticidas. Esto presenta muchas posibilidades para el rediseño de ciudades y edificios que combinen el uso de energía limpia y agua cosechada con la producción local de alimentos, incluso en los grandes centros urbanos.

## Salud

Desde las civilizaciones antiguas se determinó que la ubicación, orientación, asoleamiento y ventilación de una construcción son las consideraciones básicas para una edificación saludable. Los edificios actuales, con su mal diseño y carencias de ventilación adecuada y energías limpias, así como desperdicio y contaminación del agua, están provocando graves problemas de salud. Respirar aire contaminado en las habitaciones es la causa de millones de muertes debidas a enfermedades del corazón, enfermedades pulmonares y cáncer. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud “cada año, más de 4 millones de personas mueren prematuramente por enfermedades atribuidas a la contaminación del aire de los hogares





Figura 9. Huerto urbano de vegetales  
Imagen: Estefanía Figueroa (2021)



Figura 10. Síndrome del Edificio Enfermo. Instalaciones de aire acondicionado en Hong Kong  
Imagen: Natalia Figueroa (2018)

*como consecuencia del uso de combustibles sólidos para cocinar... Más del 50% de las muertes por neumonía en niños menores de 5 años son causadas por partículas inhaladas en interiores con aire contaminado". (WHO, 2018).*

De acuerdo con la OMS, un 30% de los edificios actuales, incluso aquellos diseñados con los estándares vigentes, presentan un conjunto de molestias y enfermedades originadas o estimuladas por el mal diseño u operación de los espacios, a lo que se ha denominado el Síndrome del Edificio Enfermo.

Adicionalmente la pandemia del COVID-19 nos ha demostrado la importancia de la ventilación natural, la renovación del aire en los espacios cerrados y la necesidad de revalorar el uso de los espacios abiertos para muchas de nuestras actividades cotidianas.

## Bibliografía

- INEGI (2021) Comunicado de prensa 24/21. En México somos 126'014,020. En: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020\\_Nal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_Nal.pdf)
- ONU (2020). La temporada 2020 de huracanes en el Atlántico: un récord y una tragedia para centroamérica. En: <https://news.un.org/es/story/2020/11/1484192>
- OXFAM International (2020). Dos mil millonarios del mundo poseen más riqueza que 4600 millones de personas. Tomado de <https://www.oxfam.org/es/notas-prensa/los-mil-millonarios-del-mundo-poseen-mas-riqueza-que-4600-millones-de-personas>
- Penney, Verónica (2020). Incendios alrededor del mundo: no solo arde este de Estados Unidos. The New York Times. En: <https://www.nytimes.com/es/2020/09/23/espanol/mundo/incendios-en-el-mundo.html>
- Real Academia Española (2021). Diccionario de la Lengua Española. Madrid, España. En: <https://dle.rae.es/>
- Rodríguez, Héctor (2020). Los incendios en Australia en Números. National Geographic Español. En: [https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/incendios-australia-numeros\\_15102](https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/incendios-australia-numeros_15102)
- SENER (2019). Balance Nacional de Energía 2018. Ciudad de México: Secretaría de Energía, México. En: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf)
- WHO (2018) Contaminación del aire de interiores y salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. Cf. WHO (2016) Burning Opportunity: Clean Household Energy for Health, Sustainable Development, and Wellbeing of Women and Children. World Health Organization.



## CAPÍTULO 1

# CAMBIO CLIMÁTICO

1. No se puede pensar en edificaciones sostenibles aisladas. La arquitectura es parte de la ciudad, por ello, se debe pensar en la sustentabilidad urbana de manera integral.
2. Hay que lograr medidas que mitiguen o eviten la formación de islas de calor, buscar la movilidad peatonal y sistemas de transporte no contaminante, y pensar en la naturación de las ciudades y la arquitectura misma.
3. La crisis ambiental y el cambio climático que vivimos hoy en día nos obliga a repensar nuestra relación con el medio ambiente. La arquitectura debe basarse en las condicionantes que le impone el sitio, el clima y el entorno.
4. La salud, el bienestar y confort de las personas debe ser el objetivo central de la arquitectura y el urbanismo sostenible. Todas las acciones de diseño que tomamos tienen repercusiones en el desempeño térmico y energético de la edificación, y en la salud de sus habitantes a nivel planetario.
5. La tendencia actual de diseño es reducir la demanda de energía. Esto se logra primeramente a través del diseño pasivo. En adelante, las edificaciones tienen que ser de “net zero energy”, “zero energy” y más aún, si es posible, producir más energía de la que consumen. Pero también las edificaciones deben buscar el “zero water”, es decir, hacer un uso eficiente del agua, disminuir el consumo, captar agua pluvial y tratar las aguas usadas.
6. Las ciudades y la arquitectura deben ser pensadas como sistemas ecológicos y humanos.





Figura 11 Diseño Ecológico del Edificio EDITT (2019).  
Arquitectos: T.R. Hamsah & Yeang SDn Bhd.  
Fuente: <https://www.e-architect.com/singapore/editt-tower>

## CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios climáticos son eventos que se presentan debido a la dinámica de la atmósfera y múltiples factores que la afectan. A lo largo del tiempo estos eventos se han presentado de manera natural, sin embargo, en los últimos años las acciones antrópicas han impactado de manera significativa la temperatura atmosférica y del planeta mismo.

### Cambios Climáticos naturales

Los cambios climáticos han estado presentes a lo largo de la historia de la Tierra. La paleoclimatología establece distintos periodos glaciares e interglaciares en todas las épocas geológicas. La última glaciación es la de Würm, conocida como la última "era de hielo". Esta era se presentó en distintas partes del mundo. La expansión del Glaciar de Würm data aproximadamente de hace 48,000 años, mientras que su recesión se dio hace 12,000 años (Segota, 1967). Esta era glacial en Norteamérica se conoce como la glaciación de Wisconsin comprendida entre hace 25,000 y 10,000 años (Clayton, 2006). El término de esta glaciación dio paso al Holoceno: era en la que nos encontramos actualmente.

Los cambios climáticos se pueden presentar de manera global o regional; Incluso en los últimos mil años estos cambios también se han presentado. Un periodo cálido sucedió en el Atlántico norte europeo entre los años 900 y 1300 conocido como "Periodo Cálido Medieval" (Mann, 2002), mientras que entre los años 1550 y 1850 se presentó la "Pequeña Era de Hielo" (Bradley, 2003) .

Ciertamente el clima no es estático, está compuesto por diferentes componentes atmosféricos dinámicos que cambian en función de múltiples factores. El clima es determinado por factores tanto internos como externos. Entre los externos están los factores astronómicos: la relación entre el Sol y la Tierra, la distancia durante el recorrido de translación, la inclinación del eje de rotación con respecto a la eclíptica, la presencia de la luna y sus efectos gravitacionales, la intensidad cíclica y variante de la radiación solar, etc.

Los factores internos o terrestres también son múltiples. Aunque el clima es un fenómeno básicamente atmosférico, se ve afectado por todas las demás esferas geográficas, como lo son la hidrósfera, la litosfera y la biosfera, pero también puede verse alterado por efectos catastróficos como erupciones volcánicas, terremotos, etc. Por ejemplo, se sabe ahora la gran influencia que tiene la temperatura del mar

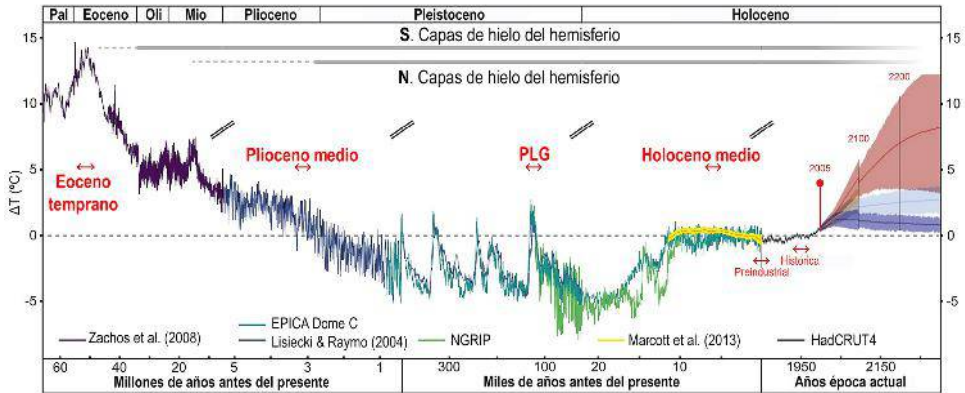


Figura 12. Tendencias de Temperatura durante los últimos 65 millones de años.  
 Fuente: Burke, K.D. et al (2018). Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climate. Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America. PNAS. En: <https://www.pnas.org/content/115/52/13288>

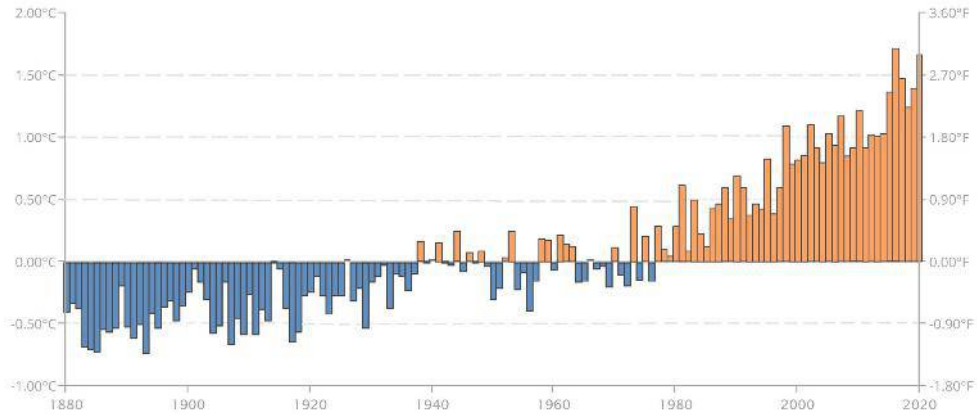


Figura 13 Anomalías de temperatura global en Tierra  
 NOAA National Centers for Environmental information, Climate at a Glance: Global Time Series, published May 2021, retrieved on May 28, 2021. <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land/yt/8/1880-2020>

y los flujos de sus corrientes en la conformación del clima, efectos conocidos como “el niño” y “la niña”.

## Cambios Climáticos antropógenos

Muchas de las alteraciones climáticas locales se producen principalmente por factores antropógenos. Desde el siglo IV a.C. Platón y Aristóteles ya reportaban alteraciones climáticas locales (Neumann, 1985), y particularmente Teofrasto, discípulo de Aristóteles, menciona cambios climáticos debidos a la actividad humana (Thephrastus, 1894).

Hay estudios que muestran que el calentamiento global que enfrentamos hoy en día empezó a darse de manera significativa a partir de 1830 (Nerilie, 2016), lo cual evidencia que inició a partir de la revolución industrial y el uso de combustibles fósiles. Esto permite afirmar inequívocamente que el calentamiento global actual se debe al aumento de población y a las acciones hechas por el hombre, no únicamente por el uso de combustibles fósiles, sino también por la deforestación de selvas y bosques por las indiscriminadas quemas agrícolas, por la acelerada urbanización y muchas otras actividades humanas.

En la figura 14 se muestra el consumo histórico de combustibles fósiles y en la figura 15 se muestran las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Como se puede apreciar existe una correlación evidente entre el consumo de combustibles fósiles y la emisión de CO<sub>2</sub>, y, por lo tanto, también existe una relación directa entre consumo de combustibles y el incremento de la temperatura (figura 16). De acuerdo con estudios realizados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2018) se estima que actualmente el incremento de temperatura debido a causas antropogénicas es de aproximadamente 0.2 °C por década.

Se llevaron a cabo simulaciones bajo distintos escenarios de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. El escenario más optimista es el RCP2,6 que contempla medidas estrictas de mitigación; los escenarios intermedios son el RCP4,5 y RCP6,0; mientras que el RCP8,5 es un escenario con altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero.

Bajo estos escenarios se muestran los posibles aumentos de temperatura a nivel planetario. En el escenario pesimista se llegaría a más de 4 °C para el año 2100, con serias afectaciones irreversibles. Con el escenario más optimista se lograría limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y se podría reducir el calentamiento, al llegar a 1 °C en el mismo periodo. De acuerdo con los estudios



CAPÍTULO 1. CAMBIO CLIMÁTICO

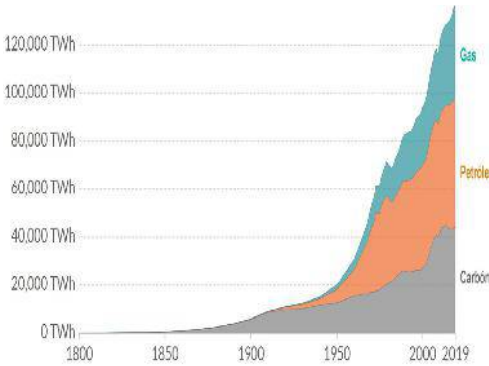


Figura 14 Consumo global de combustibles fósiles Vaclav Smil (2017). Energy Transitions: Global and National Perspectives. & BP Statistical Review of World Energy. Global fossil fuel consumption [gráfico de internet]. Our World in Data. [https://ourworldindata.org/grapher/global-fossil-fuel-consumption?country=~OWID\\_WRL](https://ourworldindata.org/grapher/global-fossil-fuel-consumption?country=~OWID_WRL)

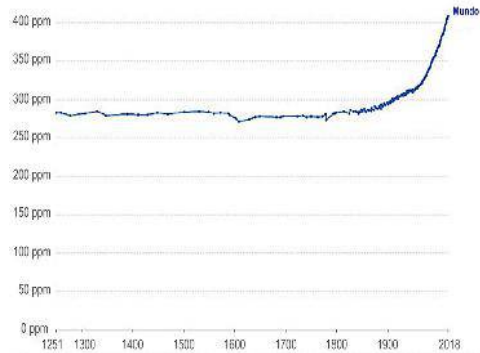


Figura 15 Concentraciones de CO2 en la atmósfera Met Office Hadley Centre (HadCRUT4) CO2 and greenhouse gas emissions [gráfico de internet]. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

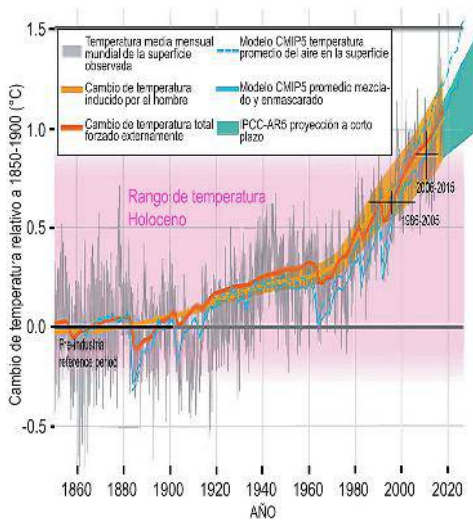


Figura 16 Evolución de la temperatura superficial media global IPCC (2019) Global Warming of 1.5°C p. 57 [gráfico de publicación]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf)

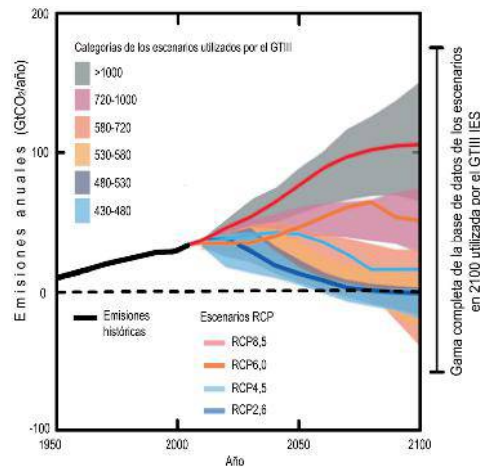


Figura 17 Emisiones antropógenas de CO2 en cuatro escenarios IPCC IPCC (2014) Cambio Climático 2014. Informe de síntesis, resumen para responsables de políticas. p.9 [gráfico de publicación]. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf)

llegar a los 2 °C traería riesgos importantes para los ecosistemas y para la sociedad entera. De esta forma el objetivo planteado es no sobrepasar 1.5 °C.

“Los riesgos relacionados con el clima para los sistemas naturales y humanos son más altos para el calentamiento global de 1.5 °C que en la actualidad, pero menores a 2 °C. Estos riesgos dependen de la magnitud y la tasa de calentamiento, la ubicación geográfica, los niveles de desarrollo y vulnerabilidad, y de las elecciones e implementación de las opciones de adaptación y mitigación” (IPCC, 2018).

Para lograr esta meta se requerirán acciones drásticas por parte de todos los países, lo cual se ha visto que es poco probable que suceda.

En estos estudios realizados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2018) se menciona que: “*la falta de cooperación mundial, la falta de gobernanza de la energía y de los cambios de uso de suelo necesarios, y el aumento del consumo intensivo de los recursos, son obstáculos clave en los caminos para lograr 1.5 °C*”. Para lograr no sobrepasar este límite, se requeriría alcanzar emisiones de CO<sub>2</sub> netas iguales a cero en los próximos 15 años.

El reporte menciona que, de acuerdo con las tendencias actuales, 1.5 °C de calentamiento podrían alcanzarse entre el 2030 y 2052. Sin embargo, con datos de la Administración Nacional de Aeronautica y el Espacio de los Estados Unidos (NASA, 2020), en el año 2019 se llegó a un aumento de 1.43 °C en la tierra, y de 0.68 en el mar, tomando como base la media de 1951-1980. Si se considera el promedio tierra-mar el aumento global es de 0.98 °C.

En la figura 19 se muestran distintas proyecciones de cambios en las temperaturas globales. El primer escenario es si las emisiones globales de CO<sub>2</sub> se logran reducir a cero en el año 2050 y el forzamiento radiativo neto distinto de CO<sub>2</sub> se reduce a partir del 2030. El segundo escenario es si se logra una reducción más rápida del CO<sub>2</sub> y se traduce en una mayor probabilidad de limitar el calentamiento a 1.5 °C. Finalmente, el ultimo escenario es si no se reduce el forzamiento radiativo neto<sup>1</sup> distinto del CO<sub>2</sub>, por lo que la probabilidad de limitar el calentamiento a 1.5 °C es menor.

Las proyecciones se hacen respecto a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, sin embargo, hay que considerar que son varios los gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global: el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el Metano (CH<sub>4</sub>),

---

1 El reforzamiento radiativo se refiere al balance de energía neto terrestre, particularmente en las capas superiores de la atmósfera, es decir el balance entre la energía que recibe la Tierra del Sol contra la energía saliente de la Tierra hacia el espacio exterior

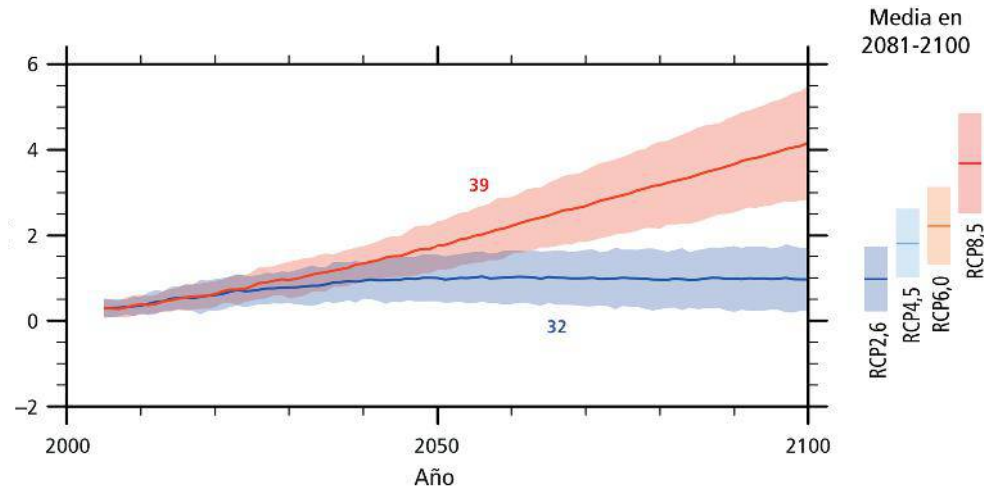


Figura 18 Cambio de temperatura media global en superficie  
 IPCC (2014) Cambio Climático 2014. Informe de síntesis, resumen para responsables de políticas. p.11 [gráfico de publicación]. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf)

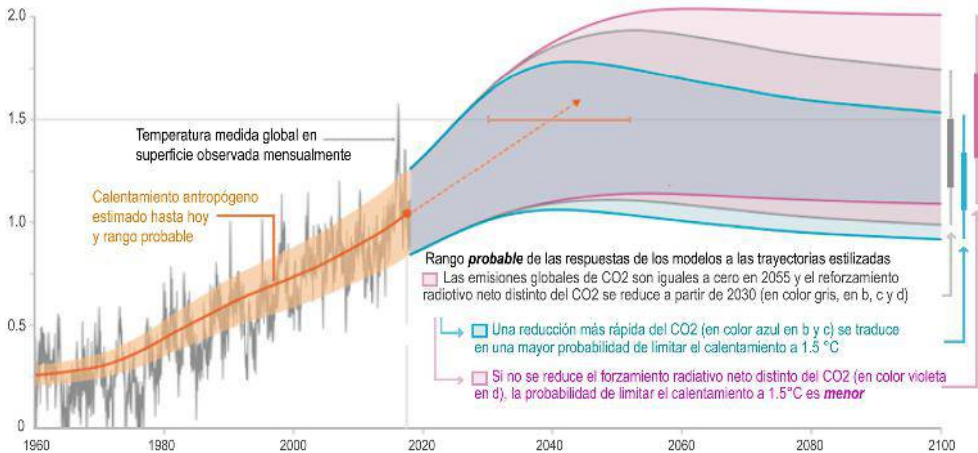


Figura 19 Cambio en la temperatura global observada y respuesta de los modelos a las trayectorias estilizadas de las emisiones antropógenas y de forzamiento  
 IPCC (2019) Global Warming of 1.5°C p. 6. [gráfico de publicación]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15\\_SPM\\_version\\_report\\_LR.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf)

los Óxidos de Nitrógeno ( $N_2O$ ), el Ozono ( $O_3$ ), los Clorofluorocarbonos (CFC) y los Hidrofluorocarbonos (HCFC). Aunque el Dióxido de Carbono es el gas con mayor presencia dentro de las emisiones a la atmósfera, los otros gases tienen mayor potencial de calentamiento global. En la figura 22 se puede observar que las edificaciones son responsables del 17.1% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

## Riesgos

De rebasarse la temperatura límite de 1.5 °C se presentan diversos riesgos ambientales, ecológicos, sociales, y económicos, entre ellos:

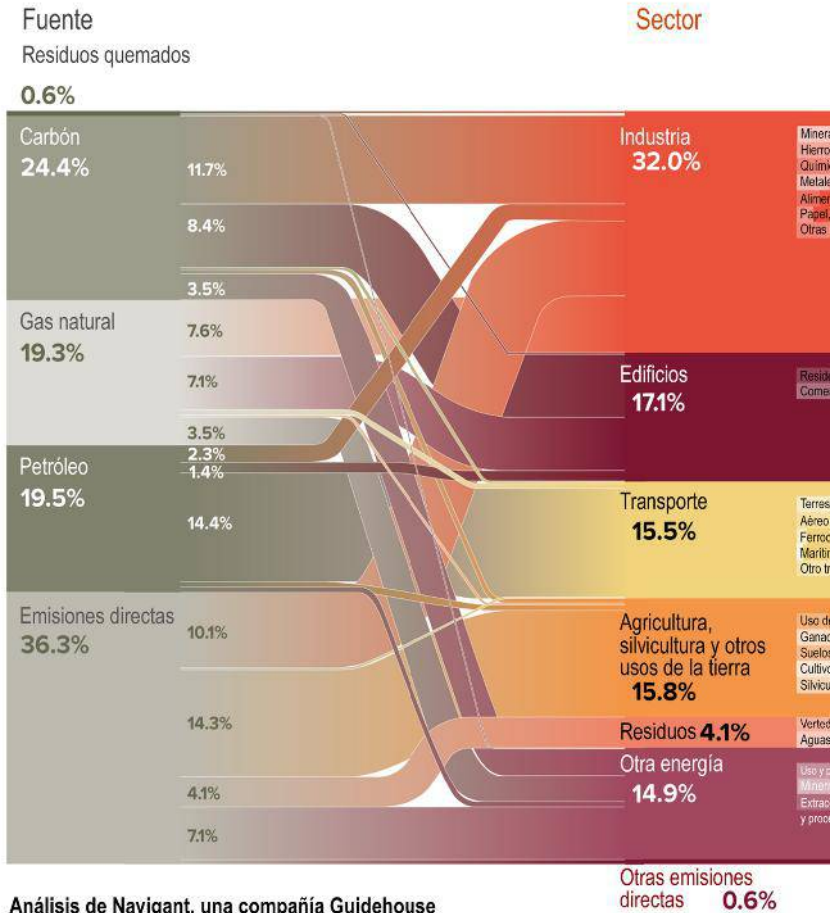
- Cambio de los regímenes pluviométricos, derretimiento de la nieve y hielo, alteración de los sistemas hidrológicos y afectación a los recursos hídricos en términos de cantidad y calidad.
- Fenómenos extremos como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones, incendios forestales, etc.
- Cambios en el nivel del mar, redistribución de especies marinas, reducción de la biodiversidad marina, disminución de la producción pesquera. Acidificación de los océanos y cambios de temperatura y corrientes marinas con impacto en los ecosistemas y arrecifes de coral.
- Modificación de la distribución geográfica y/o en los patrones de migración de muchas especies animales: terrestres, dulceacuícolas y marinas.
- Cambio en la distribución geográfica (en latitud y altitud) de las enfermedades transmitidas por vectores, debido a cambios de temperatura, humedad y precipitación.
- Alteración en el rendimiento de muchos cultivos con impacto en la seguridad alimentaria; modificación de la cobertura, los límites arbóreos y la altitud forestal.
- Daños en la salud de la población, daños y pérdidas en la propiedad, infraestructura, medios de subsistencia, servicios, ecosistemas y recursos ambientales.
- Migraciones humanas por efectos de cambio climático.



Figura 20. Impactos del Cambio climático. Glaciar derritiéndose en Alaska  
Imagen: A. Figueroa (2010)



Figura 21. Contaminación atmosférica en China  
Imagen: Natalia Figueroa (2018)



**Análisis de Navigant, una compañía Guidehouse**

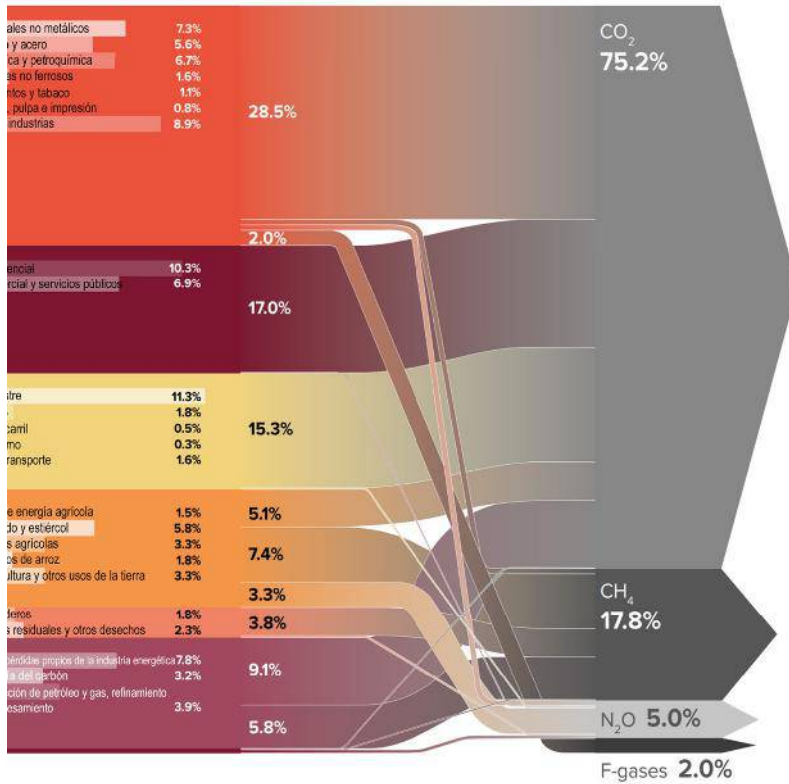
La estimación global de 53.7 Gt CO<sub>2</sub>e representa el año 2017. Todos los porcentajes representan la participación de las emisiones globales de los Gases de Efecto Invernadero. Los datos para silvicultura y otros usos de suelo están sujetas a incertidumbres significativas. Debido a las diferencias estadísticas y de informes, los resultados a nivel de subsector no pueden compararse directamente con nuestro diagrama de flujo anterior de 2012.

- EC-JRC/PBL. *Emissions Databas EDGAR v5.0 (1970 - 2015)* of Nov php?v=50\_GHG. <https://data.eu>
- Crippa et al. (2019) *Fossil CO<sub>2</sub> an EUR 29849 EN*, Publications Offi ISBN 978-92-76-11100-9, doi:10.2
- US EPA (2019) *Global Non-CO<sub>2</sub> G Potential: 2015-2050*. <https://www.gases/global-non-co2-greenhou>
- FAO (2019) *FAOSTAT Emissions I* <http://www.fao.org/faostat/en/#>

Figura 22 Emisiones totales de gases de efecto invernadero Total GHG emissions worldwide: 53.7 Gt CO<sub>2</sub> eq (2017) [gráfico de publicación]. Navigant-asn bank. [https://guidehouse.com/-/media/www/site/downloads/energy/2019/asn\\_navigant\\_emissionsflowchart.pdf](https://guidehouse.com/-/media/www/site/downloads/energy/2019/asn_navigant_emissionsflowchart.pdf)



Gases de efecto invernadero



Source: Global Atmospheric Research (EDGAR), release November 2019, [https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.ropea.eu/doi/10.2904/JRC\\_DATASET\\_EDGAR](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.ropea.eu/doi/10.2904/JRC_DATASET_EDGAR).  
 Global GHG emissions of all world countries - 2019 Report, publication of the European Union, Luxembourg, 2019, 1760/687800, JRC117610.  
 Greenhouse Gas Emission Projections & Mitigation [www.epa.gov/global-mitigation-non-co2-greenhouse-gas-emission-projections](http://www.epa.gov/global-mitigation-non-co2-greenhouse-gas-emission-projections).  
 Database, Land use, Land Use Total, data/GL.

## El Cambio Climático en México

Desde 1992, México firmó el acuerdo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Firmó también el protocolo de Kioto de 1995 y así mismo el acuerdo de París de 2015. Con estos acuerdos, todas las naciones, incluyendo México, se comprometieron a “trabajar unidas de manera ambiciosa, progresiva, equitativa y transparente para mantener la temperatura global por debajo de 1.5 °C.” (INECC, 2018).

A partir del año 2015, México dejó de ser independiente energéticamente, es decir que en aquel año la producción de energía fue menor en 3.1% que el consumo; la relación entre la producción y el consumo nacional de energía fue equivalente a 0.97 (SENER, 2015) y desde entonces la producción ha disminuido drásticamente, convirtiéndonos en un país dependiente de energía.

En 2018, el 82.87% de la producción de energía provino de los hidrocarburos (SENER, 2018), lo cual muestra que dependemos grandemente de los combustibles fósiles. La energía hidroeléctrica tan solo alcanza el 1.8%, la energía solar 0.37% y la eólica 0.73%; esto demuestra que son tecnologías energéticas insipientes que el día de hoy aportan poco a la producción de energía a nivel nacional. Dichos datos contrastan enormemente comparados con la Unión Europea, en donde se puede observar que el 29.9% de la energía producida es renovable, mientras que el 60% corresponde a Bioenergía y residuos seguida por la energía eólica (EU, 2017).

Del consumo total de energía en México, el 18.1% corresponde al sector residencial, comercial y público. De este porcentaje, la mayor parte corresponde al sector residencial. Prácticamente una tercera parte de la energía consumida en los hogares, es por leña (SENER, 2018).

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015, de un total de 699,564.3 Gg de CO<sub>2</sub>, el 71.11% de las emisiones de gases de efecto invernadero corresponde al sector energético.<sup>2</sup> Del total de las emisiones el 71.97% corresponde al CO<sub>2</sub>.

De acuerdo con el INEGYCEI, en el 2015 el 23.4% de las emisiones corresponde al autotransporte y solo el 3.1% corresponde al sector residencial.

En el 2012, el Gobierno de México definió los instrumentos de políticas de Cambio Climático correspondientes a los tres órdenes de gobierno (INECC, 2018),

---

2 1 Gigagramo (Gg) de CO<sub>2</sub> = 1000 Toneladas (T) de CO<sub>2</sub>



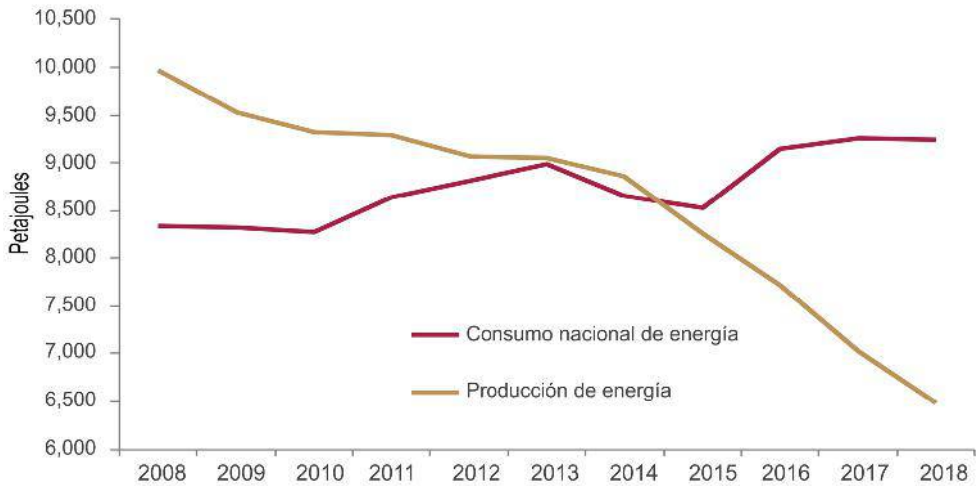


Figura 23 Evolución de la producción y el consumo nacional de energía SENER (2019) Balance Nacional de Energía 2018. p.20 [gráfico de publicación]. Secretaría de Energía. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf)

	2017	2018	Variación porcentual (%) 2018/2017	Estructura porcentual (%) 2018
<b>Total</b>	<b>7,027.22</b>	<b>6,484.84</b>	<b>-7.72</b>	<b>100</b>
Carbón	308.24	279.58	-9.30	4.31
Hidrocarburos	5,940.60	5,374.18	-9.53	82.87
Petróleo crudo	4,354.89	4,045.95	-7.09	62.39
Condensados	67.28	48.90	-27.32	0.75
Gas natural	1,518.43	1,279.33	-15.75	19.73
Nucleoenergía	113.22	156.00	37.79	2.41
Renovables:	665.16	675.08	1.49	10.41
Hidroenergía	114.65	116.95	2.00	1.80
Geoenergía	127.43	113.18	-11.18	1.75
Solar	15.16	23.98	58.21	0.37
Energía eólica	38.23	47.12	23.25	0.73
Biogás	2.52	2.84	12.86	0.04
Biomasa	367.18	371.01	1.04	5.72
Bagazo de caña	116.87	121.93	4.33	1.88
Leña	250.31	249.08	-0.49	3.84

1 incluye grandes hidroeléctricas      Unidad de medida Petajoules

Figura 24 Producción de energía primaria SENER (2019) Balance Nacional de Energía 2018. p.23 [tabla de publicación]. Secretaría de Energía. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf)

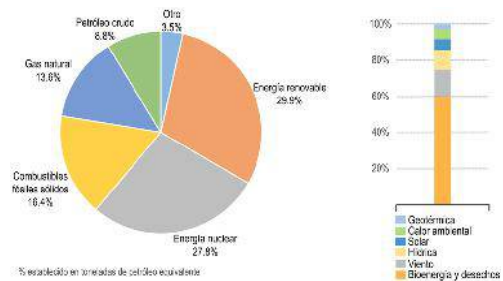


Figura 25 Producción primaria de energía en la Unión Europea – 28 países. 2017 Eurostat Statistics Explained (2020) La producción de energía primaria disminuyó entre 2008 y 2018 [gráfico de internet]. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_production\\_and\\_imports/es#La\\_producci.C3.B3n\\_de\\_energ.C3.ADA\\_primaria\\_disminuy.C3.B3\\_entre\\_2008\\_y\\_2018](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_production_and_imports/es#La_producci.C3.B3n_de_energ.C3.ADA_primaria_disminuy.C3.B3_entre_2008_y_2018)

de acuerdo con los puntos clave establecidos en el Acuerdo de París. Estos instrumentos contemplan a los tres niveles de Gobierno: Federal, Estatal y Municipal.

Aplicando la metodología de IPCC, la SEMARNAT y el INECC propusieron 30 medidas posibles de mitigación (figura 14). Sin embargo, en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 se establece como prioridad el fortalecimiento de el sistema nacional de refinación y petroquímica, mientras que las energías renovables se limitan a proyectos comunitarios (SEGOB, 2020). Con esto se trata de fortalecer a las empresas paraestatales y se limita fuertemente a la iniciativa privada.

### Deforestación

El cambio climático tiene otros causantes además de los gases de efecto invernadero. La deforestación es otro factor importante, ya que se pierde material vegetal que pudiera fijar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera. De acuerdo con el Banco Mundial (The World Bank, 2020), a nivel mundial se contaba en 2015 con una cobertura forestal de 30.7% que representan casi 40 millones de km<sup>2</sup>.

Sin embargo, entre 1990 y 2016 se perdieron 1.3 millones de km<sup>2</sup>. Las causas principales son la agricultura, el pastoreo de ganado, la minería y perforación, que representan aproximadamente el 50%. El resto corresponde a incendios forestales, malas prácticas de explotación forestales y, en menor medida, a los procesos de urbanización. Las principales pérdidas de bosques se dan en África Sub-Sahariana y en América Latina. Solamente en Brasil, en el periodo de 1990 a 2015, se perdieron cerca de 532,000 km<sup>2</sup>. En México se perdieron 37,200 km<sup>2</sup> en el mismo periodo.

De acuerdo con Global Forest Watch (2019) solamente en el 2018 en México se perdieron 2,630 km<sup>2</sup> de los cuales el 70.7% se debió a la agricultura de temporal, el 19.3% por explotación forestal, 5.6% por silvicultura, 3.8% por incendios forestales y el 0.6% por la urbanización. En México, en 2019 se perdieron 321 mil hectareas de bosque natural, lo que equivale a 83.3 Mt de emisiones de CO<sub>2</sub>. En contraste, en muchos países se han implementado buenas prácticas forestales que les han permitido la recuperación de sus bosques y selvas.

<b>Residencial</b>	<b>760.6</b>	<b>100</b>	<b>100.00%</b>	<b>79.31%</b>	<b>14.36%</b>
Solar	7.11	0.93	0.93%		
Leña	249.08	32.75	32.75%		
Total, petrolíferos	246.45	32.4	32.40%		
Gas licuado	245.46	32.4	32.40%		
Gas seco	30.16	3.96	3.97%		
Electricidad	227.8	29.95	29.95%		
<b>Comercial</b>	<b>167.44</b>	<b>100</b>	<b>100.00%</b>	<b>17.46%</b>	<b>3.16%</b>
Solar	4.752	0.62	2.84%		
Total, petrolíferos	63.29	8.32	37.80%		
Gas licuado	63.29	8.32	37.80%		
Gas seco	12.22	1.61	7.30%		
Electricidad	87.17	11.46	52.06%		
<b>Público</b>	<b>30.93</b>	<b>100</b>	<b>100.00%</b>	<b>3.23%</b>	<b>0.58%</b>
Electricidad	30.93	4.07	100.00%		
<b>total</b>	<b>958.97</b>			<b>100%</b>	<b>18.10%</b>

Figura 26 Consumo de energía por sectores  
 SENER (2019) Balance Nacional de Energía 2018, p.35 (tabla de publicación). Secretaría de Energía.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf)

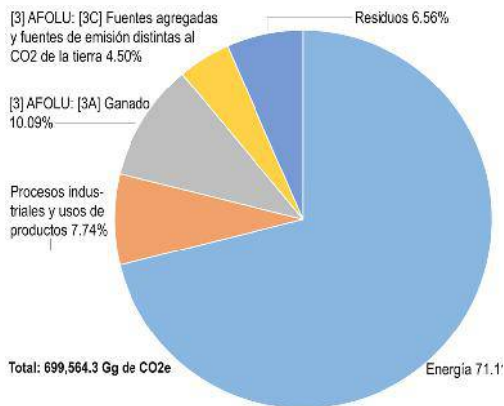


Figura 27 Emisiones y contribución de gases de efecto invernadero por sector, 2015 México INEGYCEI (2018) Inventario Nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero 1990-2015 p.31 [gráfico de publicación]. SEMARNAT-INECC. <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/226>

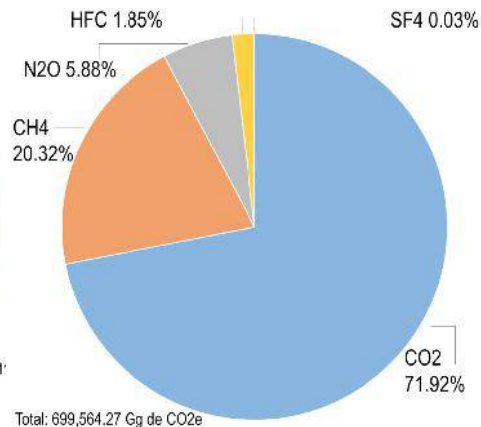
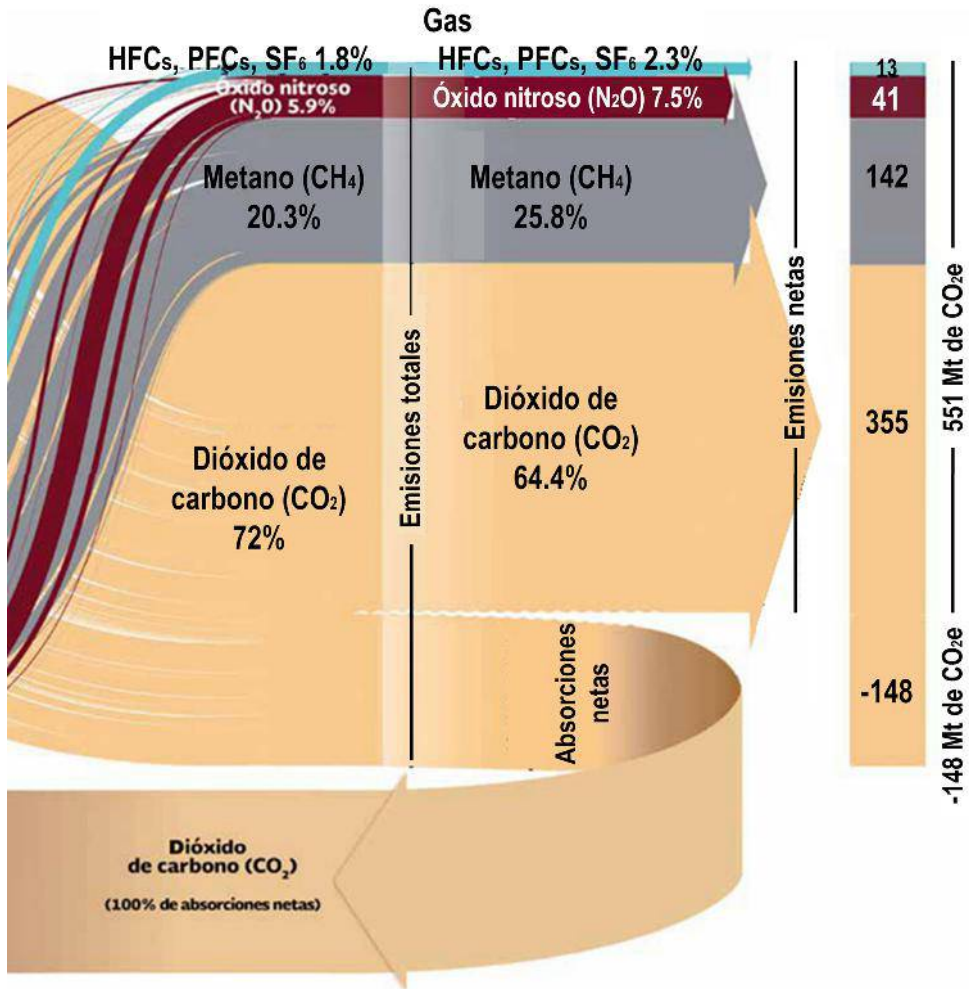


Figura 28 Emisiones y contribución de gases de efecto invernadero por sector, 2015 por tipo de gas. México. INEGYCEI (2018) Inventario Nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero 1990-2015 p.32. [gráfico de publicación]. SEMARNAT-INECC. <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/226>





## Objetivos de la Sustentabilidad

En 2015, todos los Estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Sin embargo, el progreso en alcanzar estos objetivos es diferente en cada país y en muchos están lejos de ser alcanzados. De acuerdo con el reporte de 2019 (SDSN, 2019), los países nórdicos, como Dinamarca, Suecia y Finlandia son los más avanzados con el mayor índice o puntuación de 85.2, 85.0 y 82.8 respectivamente. El país con menor índice es la República Central Africana con tan solo 39.1 puntos. México se encuentra en el lugar 78 de 162 países con 68.5 puntos.

El reporte define los problemas para alcanzar cada uno de los 17 objetivos. Dentro de las tendencias de las acciones emprendidas muestra que México está estancado en agua potable y servicios sanitarios, innovación industrial, reducción de la desigualdad, acciones por el clima, vida de los ecosistemas terrestre y paz, justicia e instituciones sólidas.

## Políticas de Eficiencia Energética en diferentes regiones y países

En el año de 2016, 189 países firmaron el acuerdo de París aceptando en compromiso de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> para limitar el calentamiento a un máximo de 1.5 °C. No obstante, pocos son los que realmente han implementado políticas serias que respondan a un compromiso de tal envergadura.

Claramente se puede citar a la Unión Europea como el que ha actuado seriamente no solo con políticas sino también con la creación de organismos o instituciones encargadas específicamente de la verificación del cumplimiento de los compromisos.

Ya desde el año 2010, el Parlamento de la Unión Europea y el Consejo emitió la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios (DOUE, 2010). En esta directiva se establece que los Estados Miembros se asegurarán de que, a más tardar el 31 de diciembre del 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo y de que después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

En 2011, se fundó el Instituto del desempeño de las Edificaciones en Europa (BPIE, 2011): organización independiente sin fines de lucro que está dedicado a



CAPÍTULO 1. CAMBIO CLIMÁTICO









Sector		30 Medidas
1. Transporte (Fuentes móviles)		1.1 Actualizar la norma de emisiones y eficiencia energética para vehículos ligeros nuevos 1.2 Ejecutar programas de densificación de ciudades y acciones para adoptar sistemas de transporte integrado 1.3 Realizar un cambio modal en transporte de carga 1.4 Publicar una norma de emisiones y eficiencia energética para vehículos pesados nuevos 1.5 Restringir la importación de vehículos usados 1.6 Construir trenes interurbanos de pasajeros 1.7 Acelerar la penetración de tecnologías limpias y eficientes en autotransporte 1.8 Aplicar programas de introducción de vehículos de transporte público a gas natural
2. Eléctrico		II.1 Alcanzar 35% de energía limpia en 2024 y 37.7% al 2030 II.2 Modernizar la planta de generación II.3 Reducir las pérdidas técnicas en la red eléctrica II.4 Sustituir combustóleo por gas natural
3. Residencial y comercial		III.1 Utilizar equipos ahorradores de agua para disminuir la demanda de energía para calentamiento de agua III.2 Sustituir calentadores convencionales por otros eficientes (instantáneos y solares)
4. Petróleo y gas		IV.1 Ejecutar la iniciativa de Reducción de Metano (GM) IV.2 Reducir las emisiones fugitivas por NAMA IV.3 Participar en las metas de generación y autoabasto con energías limpias (cogeneración) IV.4 Instrumentar sistemas de captura, almacenamiento y uso de dióxido de carbono (CCUS) IV.5 Sustituir combustibles pesados por gas natural en el Sistema Nacional de Refinación
5. Industrial		V.1 Ejecutar NAMA del sector cementero V.2 Participar en las metas de generación y autoabasto con energías limpias V.3 Utilizar esquilmos como combustible V.4 Sustituir combustóleo por combustibles más limpios, como el gas natural
6. Agricultura y ganadería		VI.1 Disminuir la quema de residuos de cosechas en campo en superficies agrícolas, con asistencia técnica en siete estados del país con mayor generación de residuos VI.2 Instalar y operar biodigestores para las excretas de ganado estabulado VI.3 Sustituir los fertilizantes sintéticos nitrogenados por biofertilizantes
7. Residuos		VII.1 Alcanzar cero emisiones de metano en rellenos sanitarios 2030 VII.2 Lograr cero quema a cielo abierto 2030
8. USCUS		VIII.1 Alcanzar una tasa de deforestación cero para 2030 mediante la Estrategia Nacional REDD+ (ENAREDD+) VIII.2 Fomentar el manejo forestal sustentable e incremento de la productividad en bosques y selvas con vocación productiva y en terrenos con potencial para establecer plantaciones forestales comerciales

Figura 30 30 Medidas de mitigación México ante el cambio climático INECC (2019) México ante el cambio climático Acción climática p.18 [tabla de publicación]. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

<http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/327>

mejorar el desempeño energético de las edificaciones en todo Europa y con ello reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Con base en la Directiva del Parlamento Europeo se estableció la necesidad de edificios con energía casi nula o Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) y a través del programa Intelligent Energy Europe de la European Commission of Energy se creó el programa Nearly Zero Energy Building Strategy 2020 (ZEBRA, 2020). El objetivo de este programa es monitorear el mercado de nZEB a través de un observatorio de datos y evidencias, y facilitar recomendaciones y estrategias para acelerar la transición a nZEB. Desde luego, los alcances de la directiva ya se extendieron hacia el 2050.

Algunos otros países también están adoptando medidas hacia la sustentabilidad de las ciudades y los edificios. En Asia oriental se puede nombrar a China y Japón, mientras que en el sudeste de Asia, a Malasia y Singapur. En China a pesar de sus enormes retos, se están adoptando 4 medidas básicas: Creación de ciudades verdes, construcciones sustentables, uso de energías limpias y transporte urbano eficiente.

### **Cambio climático y migración.**

Algunos de los efectos de mayor impacto del cambio climático son las afectaciones económicas y sociales que se reflejan en migraciones debidas a conflictos y por desastres naturales. Se estima que en el mundo hay 272 millones de migrantes internacionales, dos terceras partes son migrantes laborales. Esta cifra representa al 3.5% de personas que viven fuera de su país natal. En el 2018 la población mundial de refugiados fue de 25.9 millones de personas (OIM, 2019).

La migración interna por el cambio climático también es significativa, solo en el 2019 se dieron 33.4 millones de nuevos desplazamientos internos, de los cuales 8.5 millones fueron debido a conflictos y violencia y 24.9 millones ocasionados por desastres naturales; de estos últimos 23.9 millones fueron por problemas relacionados con el clima (iDMC, 2019).



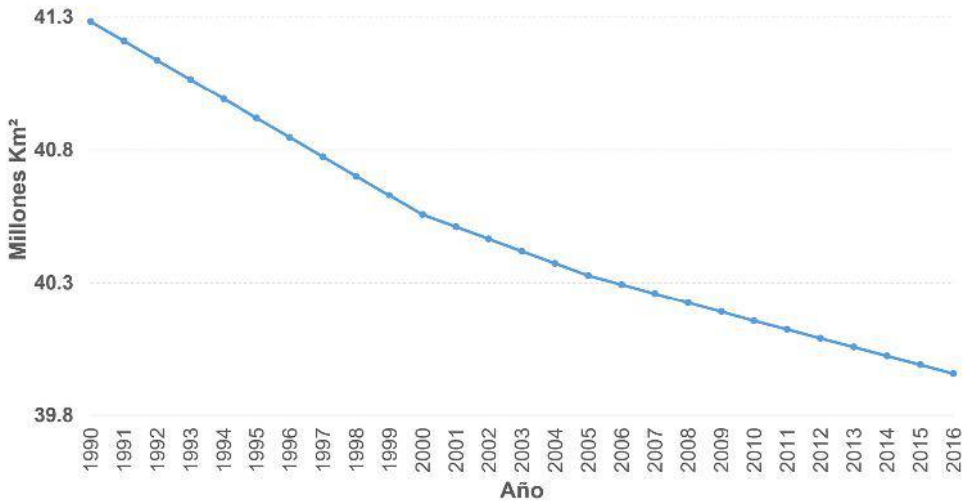


Figura 31 Área forestal mundial anual  
 FAO (sf). Forest area [gráfico de internet. The World Bank.  
<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2>

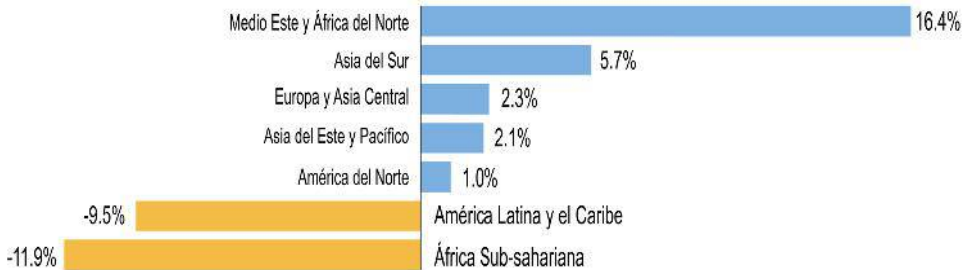


Figura 32 Regiones que pierden o ganan bosques  
 World Bank Blog. World Development Indicators. Latin America lost 10% of its forest area in the last 25 years.  
<https://blogs.worldbank.org/opendata/five-forest-figures-international-day-forests>

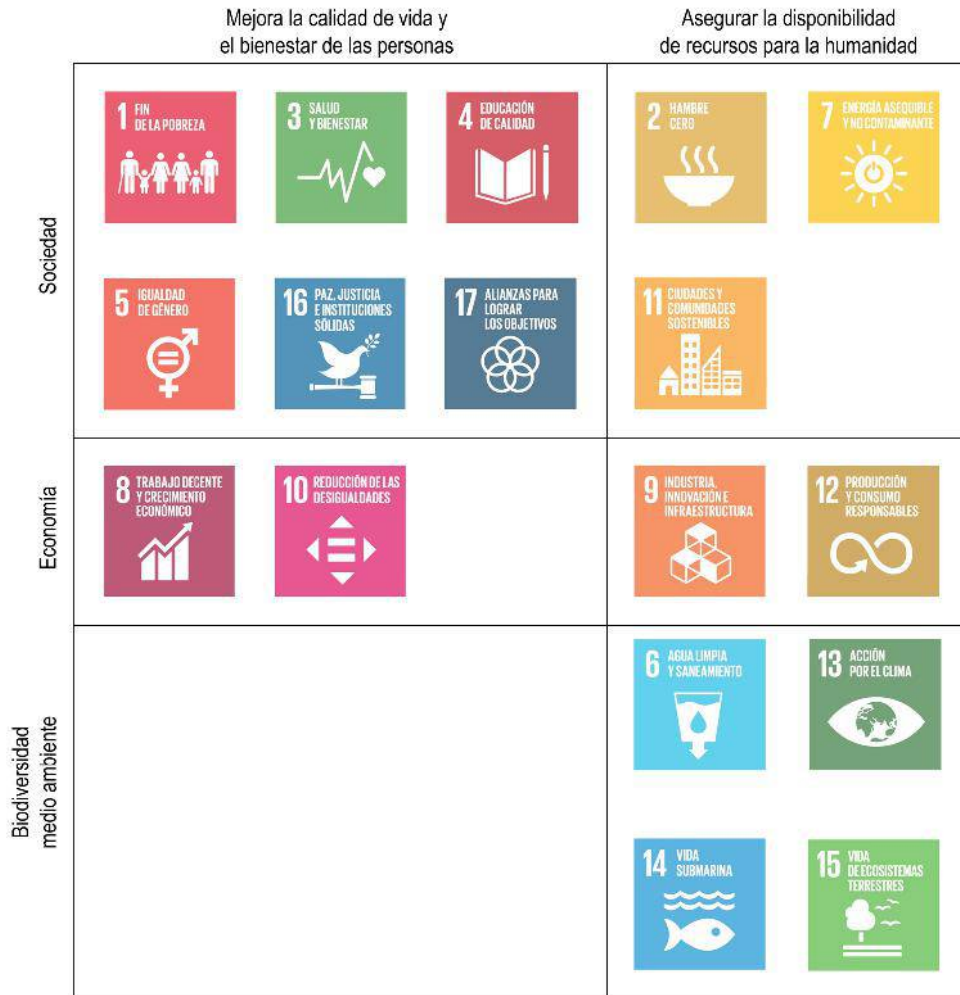


Figura 33 Objetivos del desarrollo sostenible  
 ONU (2015) Objetivos de desarrollo sostenible (imagen de internet). Naciones Unidas.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

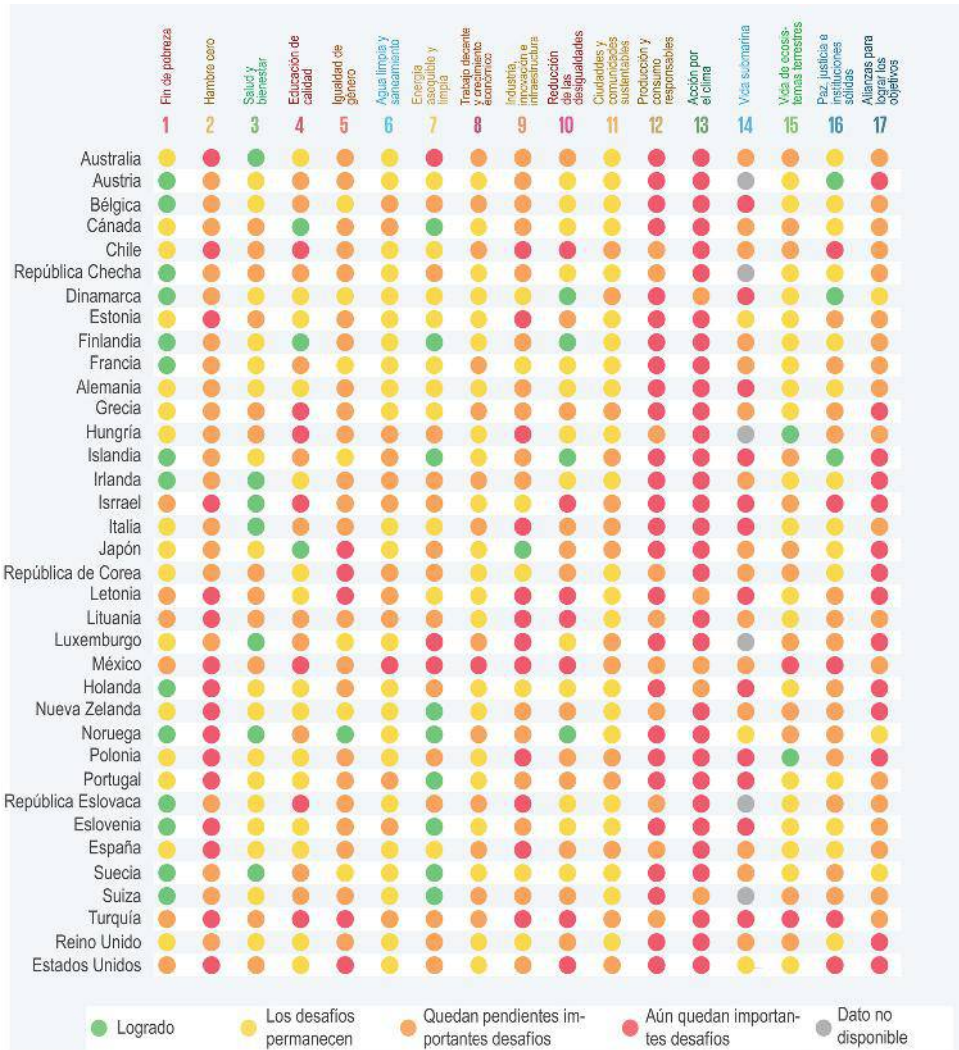


Figura 34 Objetivos de Desarrollo Sostenible para países de la OECD Sustainable Development Solutions Network (2019) Sustainable Development Report 2019 p.24 [imagen de publicación].

<https://sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2019/>

En América Latina se podrían desplazar hasta 17 millones de migrantes debido al cambio climático para el 2050. Para México y Centroamérica se prevén tres escenarios: Referencias pesimistas, en donde la migración interna alcanza 2.1 millones de personas para el 2050. El escenario con un desarrollo más inclusivo, en donde la migración llegará a 1.4 millones de personas, y el tercer escenario en donde se pudiera presentar un clima más amigable, con una estimación de 1.7 millones de personas en promedio.

Tan solo en 2019 en México se presentaron 7,100 nuevos desplazamientos debido a la violencia y 16,000 desplazamientos debido a desastres naturales. De acuerdo con el modelo de riesgo de desplazamiento, se estima que en México podría haber hasta 109,324 promedio de desplazamientos esperados por año (iDMC, 2019). Debido a las políticas migratorias del gobierno, entre enero y marzo del 2019, más de 300,000 personas habían cruzado el país de forma irregular con rumbo a Estados Unidos (Nájar, 2019), ya para el mes de julio la cifra llegó a 460,000 indocumentados (UNIVISIÓN, 2019).

Desde luego, todos estos desplazamientos traerán diversos problemas económicos y sociales en todas las regiones en donde suceda tanto a nivel interno como internacional, tema que se analizará con mayor detalle en el siguiente capítulo.

## Conclusiones

Evidentemente estamos haciendo algo mal. Las edificaciones son altos consumidores de energía y, por lo tanto, emisores de gases de efecto invernadero. De acuerdo con el balance nacional de energía 2018, el sector residencial, comercial y público consume 958.97 PJ (18.1%) de la energía.

El cambio climático está afectando y afectará aún más a millones de personas en todo el mundo. Las ciudades y los edificios actuales no están adaptados, ni están considerando su adecuación y respuesta a estos cambios que serán rápidos y en algunos casos extremos. “No hay necesidad de mirar hacia el futuro para ver que las Pequeñas Islas de los Estados en Desarrollo (SIDS) ya están amenazadas por la escalada de mareas, ciclones, inundaciones, cultivos dañados, aumento de enfermedades, la inundación de las zonas costeras y la pérdida de suministros de agua dulce. Estas islas están efectivamente en las “líneas frontales” del cambio climático” (Sadat, 2018). A esta agrupación pertenecen 38 países cuyas islas están en peligro

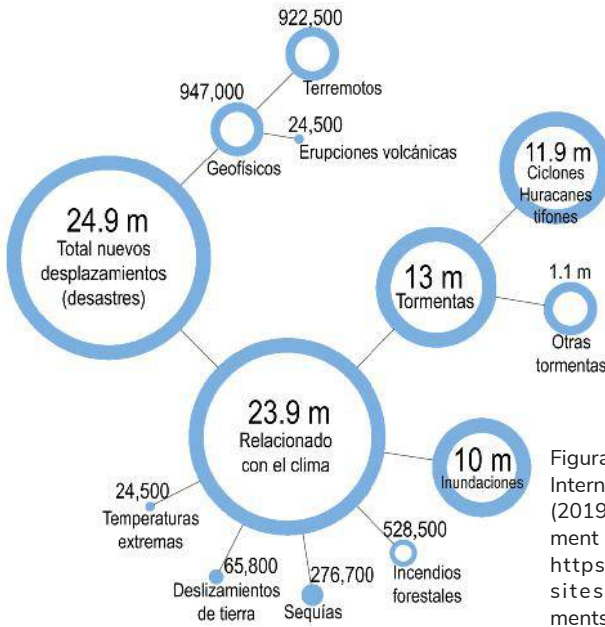


Figura 35 Nuevos desplazamientos en 2019 Internal Displacement Monitoring Centre (2019) Global Report on Internal Displacement p.7 [imagen de publicación]. <https://www.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/2019-IDMC-GRID.pdf>

	Escenario		
	Referencia pesimista	Desarrollo más inclusivo	Más amigable con el clima
México y América Central			
Número promedio de migrantes climáticos internos en 2050 (millones)	2.1	1.4	1.7
Mínimo (izquierda) y Máximo (derecha) (millones)	0.3 3.9	0.5 2.4	0.2 3.3
Migrantes climáticos internos como porcentaje de población	1.03%	0.68%	0.85%
Mínimo (izquierda) y Máximo (derecha)	0.17% 1.90%	0.22% 1.14%	0.09% 1.61%

Figura 36 Números y porcentajes proyectados de migrantes climáticos internos para 2050 World Bank Group. Groundswell (2018) Preparing for Internal Climate Migration. Policy Note #3 Spotlight on Mexico and Central America <http://documents1.worldbank.org/curated/en/983921522304806221/pdf/124724-BRI-PUBLIC-NEWSERIES-Groundswell-note-PN3.pdf>



Figura 37 Número promedio esperado de desplazamientos por año - para todos los tipos de peligros Internal Displacement Monitoring Centre (2020) México (imagen de internet). Risk of future displacement. <https://www.internal-displacement.org/countries/mexico>

de desaparecer, entre las que se encuentran: las Maldivas, las Sichelles y Fiji entre otras (UNDP, 2018).

También hay cerca de 150 millones de personas viviendo en zonas que se estima estarán por debajo de la línea de la marea máxima para el año 2050. Entre estas se encuentra todo el sur de Vietnam, incluyendo su capital Ho-Chi-Min; Bangkok en Tailandia; Shanghái en China; Mumbai en India y Alejandría en Egipto, entre otras (Lu & Flavelle, 2019). Ciertamente es posible invertir muchos recursos humanos y económicos construyendo muros marinos y diques para contener el agua, pero como lo demostró la ciudad de Nueva Orleans con el huracán Katrina del 2005 y Fukushima en Japón con el tsunami del 2011, las defensas contra las inundaciones pueden fallar y las consecuencias son catastróficas.

En el caso de México, el Caribe Mexicano e Insular son las zonas que más serán afectadas por el cambio climático, ahí se encuentran Cancún y Playa del Carmen que son dos de las ciudades con mayor tasa de crecimiento en el país. En esta zona han desaparecido el 24% de sus manglares y el 75% de los arrecifes están amenazados (Lugo, 2019). Esta zona será escenario constante de huracanes e inundaciones costeras. Aquí debemos recordar la inundación desde octubre hasta noviembre del 2007 de amplias zonas de Tabasco y Chiapas, incluyendo la ciudad de Villahermosa y el Huracán Wilma de octubre del 2005 que es el segundo ciclón tropical más intenso registrado en el Océano Atlántico y que afectó gravemente Cancún, la Riviera Maya, Cozumel e Isla Mujeres.

Aún cuando es posible tomar previsiones arquitectónicas como elevar los edificios en pilotes con cimentaciones resistentes a las inundaciones e instalar ventanas anticiclónicas; la medida más sensata es no construir en zonas de alto riesgo.

Por otra parte, debemos considerar es que una pequeña variación en la temperatura promedio puede ocasionar grandes oscilaciones térmicas. A nivel mundial, junio del 2019 fue el mes más cálido registrado en la historia. *“Las temperaturas de la superficie terrestre y marina fueron las más altas registradas. Nueve de los diez junios más cálidos se han producido desde 2010”*, añadiendo que este junio también marca el 414º mes consecutivo con temperaturas por encima del promedio del siglo XX” (United Nations, 2019). En Kuwait se registraron temperaturas récord de 53.9°C (2016) y 53.7°C en Pakistán (2017). En México en los últimos años se han registrado temperaturas máximas de 52.5° en San Luis Rio Colorado (2001), 50.0° en Huejutla de Reyes (2017) y 48.0° en Ciudad Valles (2017) (SMN, 2020).

Ante estas temperaturas el diseño arquitectónico debe ser muy cuidadoso, ya que sobrepasan ampliamente el límite de la resistencia térmica humana. En lugares





Figura 38. Caravanas migrantes

Noticias ONU. OIM/Rafael Rodríguez (2018) Los gobiernos han de proteger los derechos humanos de los integrantes de caravanas [imagen de artículo periodístico].

<https://news.un.org/es/story/2018/11/144650>



Figura 39 Malecón de la Habana

Havana live. La Habana toma medidas para preservar su célebre Malecón de las iras del mar

<https://havana-live.com/noticias/la-habana-toma-medidas-preservar-celebre-malecon-las-iras-del-mar/>

así deberán instalarse mallas de sombra o techos “escudo” que sombreen a toda la estructura de la radiación solar y materiales con baja conductividad en muros y techos. También debe seleccionarse vegetación adaptada y resistente que sombree las zonas aledañas a las edificaciones.

La forma en que generamos energía está cambiando. La energía solar, la energía eólica, la geotérmica, por biomasa, son tecnologías ya utilizadas desde hace muchos años, pero en la actualidad hay nuevas formas de generación de energía, por ejemplo: energía oceánica, undimotriz, energía cinética a través de pisos generadores de energía, celdas de hidrógeno, etc. Sin embargo, así como hay nuevas formas de generarla también debe haber nuevas formas para consumirla, ya no podemos ser derrochadores de energía.

Lo primero que debemos hacer es reducir la demanda de energía a través del diseño bioclimático y así reducir la demanda para calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación mecánica, etc. a través de sistemas pasivos que aprovechen de manera inteligente la energía solar, la ventilación natural, la física de los materiales, la iluminación natural, etc.

Una vez que la edificación funciona de manera adecuada, se deben utilizar sistemas eficientes en el uso de la energía con el fin de reducir el consumo de la edificación. La energía que utilice la edificación debe ser preferentemente de fuentes renovables. Y como último paso tratar de generar la propia energía en sitio.

Otro tema importante es considerar los materiales constructivos que utilizamos ya que mucho del deterioro ambiental es generado por la explotación indiscriminada de materia prima y recursos naturales, a través de la tala de árboles, o la minería o explotación de bancos a cielo abierto; también en el proceso de fabricación de materiales a partir de combustibles fósiles. Por ello, es necesario pensar en el proceso de fabricación de los materiales tratando de utilizar aquellos que se encuentren cercanos al sitio, con menos energía incorporada en su fabricación y que sean reciclables o reciclados.

Sin duda es responsabilidad del arquitecto y urbanista tratar de impactar lo menos posible al medio ambiente, reducir el consumo energético y generar la menor cantidad posible de gases de efecto invernadero.



Figura 40 Destrucción del manglar en Tajamar  
Lira Ivette (2016) #Anuario 2016 | Académicos: Ambición y desinterés del gobierno de México dañaron el medio ambiente (imagen de artículo periodístico) SinEmbargo.mx.  
<https://www.sinembargo.mx/28-12-2016/3130047>

## RETOS Y OPORTUNIDADES

El cambio climático está imponiendo retos que deben transformarse en oportunidades para tener un cambio cualitativo y cuantitativo en todas las escalas del desarrollo humano.

### GEODISEÑO

- Es necesario entender al planeta como un sistema multifuncional global. Las fronteras y límites políticos no responden a las exigencias ecológicas y ambientales actuales. Todos los eventos climáticos y ambientales tienen una influencia planetaria, por lo tanto, las acciones que se tomen para mitigar el cambio climático tienen que ser igualmente globales.
- Planear el crecimiento de los asentamientos humanos a mediano y largo plazo con medidas preventivas y de mitigación de daños frente al cambio climático.
- Establecer zonas de amortiguamiento en los hábitats naturales y promover la biodiversidad, creando corredores verdes ecológicos que respeten el hábitat, el paso de migraciones de la vida animal y los escurrimientos naturales, interconectando todas las áreas verdes de la ciudad.
- Proteger los bosques, selvas y manglares cercanos a los núcleos urbanos por medio de parques nacionales y estatales. En cada cuenca de un asentamiento humano debe existir al menos un árbol por habitante.
- Reubicar los asentamientos costeros y rivereños en las zonas más elevadas del terreno para prevenir inundaciones que afectarán cada vez con más frecuencia al medio ambiente, las personas y sus bienes.
- Situar los asentamientos en zonas de montaña considerando deslizamientos, deslaves y aludes que posiblemente se incrementarán con el cambio climático.
- Planear el uso, tratamiento y reúso del agua en las cuencas urbanas en ciclos cerrados, estableciendo reservas adicionales para ciclos de lluvia o sequía más intensos.



Figura 41. Academia de Ciencias de California  
Arquitecto: Renzo Piano  
Imagen: A. Figueroa (2008)

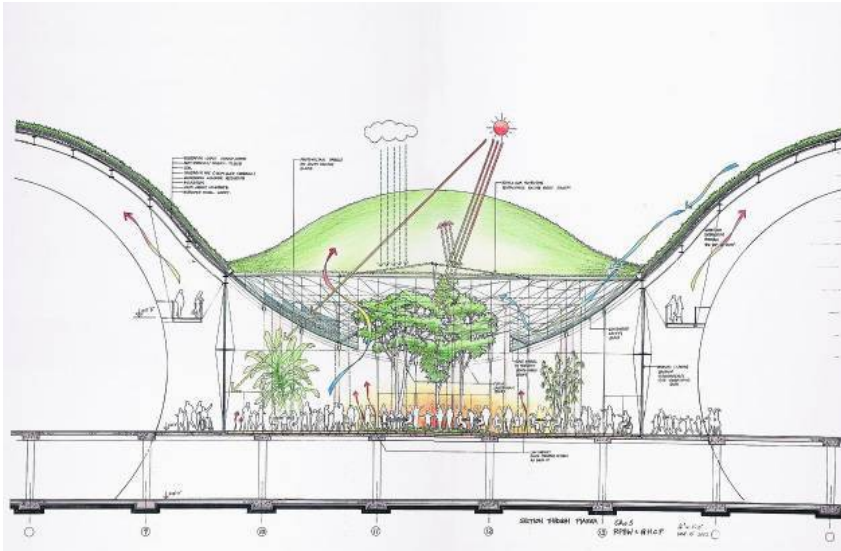


Figura 42 Academia de Ciencias de California  
Site de Google. A2 Major Buildings – California Academy of Science. Architecture - Drawings/Diagrams  
- Perpendicular building section 1 (imagen de internet). Renzo Piano Architect.  
<https://sites.google.com/site/a2majorbuildings/architecture/drawings-diagrams>



- Para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, diseñar sistemas de movilidad eléctrica en las ciudades con distintos medios de transporte, en rutas bien estructuradas de acuerdo con los puntos de origen y destino más frecuentes. Los medios de transporte deben ser diferenciados y separados en carriles para autobuses, automóviles, ciclovías y circulaciones peatonales.
- Reducir el uso intraurbano de vehículos dando prioridad a la movilidad peatonal y ciclista a través de supermanzanas y barrios más autosuficientes que cuenten con sus propios servicios y equipamientos en cuanto a trabajo, salud, educación, abasto y administración.
- En los climas calurosos las temperaturas continuarán incrementándose, por lo que es importante establecer corredores orientados a los vientos dominantes para disipar el calor, así como un criterio de ancho y orientación dominante de las calles para producir sombras entre las construcciones.
- Instalar sistemas de drenaje y alcantarillado urbano separados; de esta forma es posible inyectar el agua de lluvia al subsuelo a través de pozos y lagunas de absorción, así como diseñar el sistema alcantarillado previendo lluvias torrenciales atípicas debidas al cambio climático.
- La redensificación de la ciudad a través de cambios de uso de suelo puede ser adecuada ya que evita la extensión de la mancha urbana; sin embargo, debe darse de manera paralela al aumento de áreas verdes públicas y al estudio de la capacidad de todos los servicios de infraestructura y equipamientos urbanos, incluyendo la rehabilitación de edificios y el aprovechamiento de lotes baldíos.

## ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

- En la construcción de nuevos edificios y rehabilitación de los existentes cumplir los compromisos pactados en forma global relacionados a eficiencia energética, energías renovables y reducción de CO<sub>2</sub>.
- Ante un constante incremento de la temperatura a corto y mediano plazo, hacer mapas de islas de calor con el fin de identificar las zonas urbanas



Figura 43. Corredor Ecológico Urbano Waller Creek, Austin, TX  
Arquitecto: Michael Valkensburgh Associates, Inc.  
En: <https://www.mvva-inc.com/project.php?id=99>



conflictivas que requieren normatividad constructiva específica, incluyendo dispositivos de sombreado y aumento de áreas verdes.

- Un paso importante para controlar el calentamiento global es reducir la demanda de energía en los edificios, diseñándolos con estrategias y criterios de diseño adecuados al clima y sitio donde se ubican, previendo ajustes ante variaciones del clima.
- Independientemente del género de edificio, todas las edificaciones nuevas o renovaciones deben ser diseñadas para tener un balance anual cero en energía y agua.
- Ante el incremento de temperatura, prohibir fachadas altamente reflejantes que incidan en otras construcciones, áreas públicas, objetos o personas.
- Establecer restricciones a las construcciones en las zonas costeras, riveras de ríos y arroyos, vasos reguladores y zonas inundables, ya que en algunas regiones se intensificarán las lluvias torrenciales, tormentas tropicales y huracanes; por ello también es prioritario diseñar edificios públicos que funcionen como refugios temporales para la población, con sistemas autónomos de agua potable y generación de electricidad.
- Diseñar todos los espacios interiores aprovechando al máximo la luz natural, apagando todas las lámparas durante el día y utilizando la iluminación artificial solo como complemento en días nublados y de uso nocturno.
- Integrar en todas las edificaciones sistemas de generación de energía renovables interconectados a la red.
- En climas cálidos propiciar la instalación de azoteas vegetadas o techos fríos que reduzcan las ganancias por radiación solar, para minimizar los requerimientos de enfriamiento.
- Emplear nuevos materiales, como concretos y pinturas que mediante procesos químico-físicos ayudan a reducir el CO<sub>2</sub> presente en el aire.
- Todos los equipos electrodomésticos y luminarias deben ser eficientes en el uso de la energía, cómo el estándar “Energy Star” o FIDE en el caso de México, de esta forma también se reduce la disipación de calor generado al interior de las construcciones.
- La ventilación natural de todos los espacios interiores además de mejorar la calidad del aire permite la disipación del calor, en función del clima puede ser usada en forma temporal o permanente.



Figura 44 Casa Solar Activa  
Architekturbüro Reiberg ZT GMBH (2009) Solar Aktiv Haus. Kraig, Carinthia, Austria (imagen de internet). Architekt Georg W. Reinberg.  
<https://www.reinberg.net/architektur/207/fotos>

- Una adecuada selección de pavimentos y vegetación en el entorno de los edificios produce un microclima exterior que reduce el efecto de isla de calor y mejora la eficiencia energética.

## Bibliografía

- BPIE. (2011). 10 years BPIE. Building Performance Institute Europe. Obtenido de <https://www.bpie.eu/>
- Bradley, R. (August de 2003). Climate of the Last Millenium. (B. C. Research, Ed.) Holocene Working Group Workshop.
- Clayton, L. e. (2006). Glaciation of Wisconsin. Educational Series 36.
- DOUE. (2010). Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea. Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>
- EU. (2017). Eurostat Statistics Explained. Obtenido de Producción primaria de energía EU-28: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_production\\_and\\_imports/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_production_and_imports/es)
- Global Forest Watch. (2019). México. Obtenido de Cambio Forestal: <https://www.globalforestwatch.org/>
- iDMC. (2019). Global Report on Internal Displacement 2020. Geneva,, Switzerland: Internal Displacement Monitoring Centre. Obtenido de <https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2020/>
- INECC. (2018). Contexto Internacional en materia de Cambio Climático. (I. N. Climático, Editor) Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contexto-internacional-17057>
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5 °C. (Masson-Delmotte, Ed.) Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lu, D., & Flavelle, C. (2019). Rising Seas Will Erase More Cities by 2050. New Research Shows. Obtenido de <https://www.nytimes.com/interactive/2019/10/29/climate/coastal-cities-underwater.html>
- Lugo, G. (2019). Costas más vulnerables a efectos del cambio climático. (UNAM, Ed.) Gaceta de la UNAM. Obtenido de <https://www.gaceta.unam.mx/costas-mas-vulnerables-a-efectos-del-cambio-climatico/>
- Mann, M. (2002). Medieval Climatic Optimum. En Encyclopedia of Global Environmental Change. Chichester, UK: John Willey & Sons.

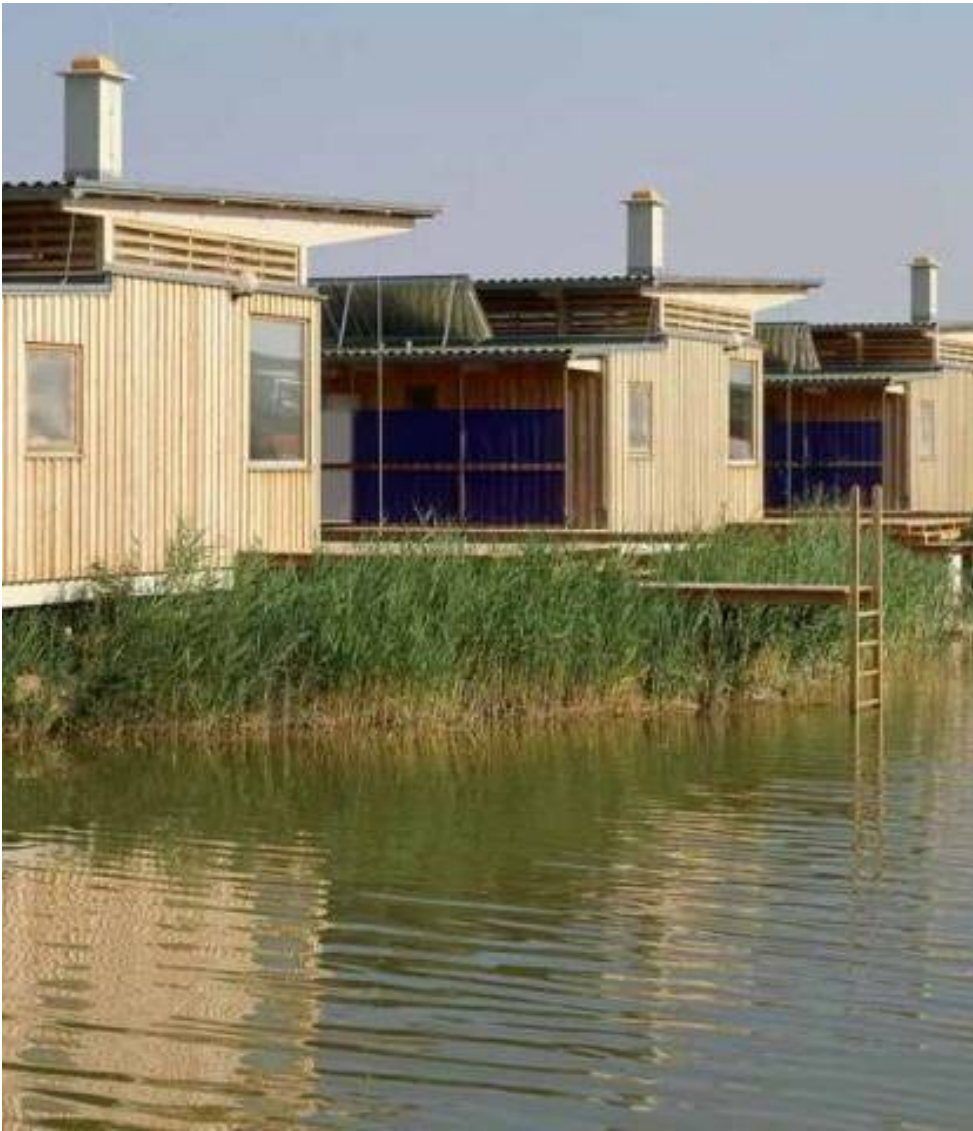


Figura 45 Conjunto residencial Isleworld jois  
Architekturbüro Reiberg ZT GMBH. Isleworld Jois. Neusiedlersee, Jois, Burgenland, Austria [imagen de internet]. Architekt Georg W. Reinberg.  
<https://www.reinberg.net/architektur/71/fotos>



- Nájar, A. (2019, Abril 24). Caravanas de migrantes: la “histórica” oleada de indocumentados que está llegando a México. BBC News Mundo, México. Retrieved from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-48033101>
- NASA. (11 de 9 de 2020). National Aeronautics and Space Administration. Recuperado el 15 de 9 de 2020, de Goddard Institute for Space Studies GISS Surface Temperature Analysis (v4): [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs\\_v4/](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/)
- Nerilie, J. A. (2016). Early onset of industrial-era warming across the oceans and continents. (M. P. Limited, Ed.) *Nature*, 536. doi:<https://doi.org/10.1038/nature19082>
- Neumann, J. (1985). Climatic change as a topic in the classical Greek and Roman literature. *Climatic Change* 7, 441-454. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00139058>
- OIM. (2019). Informe sobre las Migraciones en el Mundo 2020. International Organization for Migration. ONU Migración. Obtenido de <https://publications.iom.int/books/informe-sobre-las-migraciones-en-el-mundo-2020>
- Sadat, N. (2018). Small Islands, Rising Seas. (U. Chronicle, Ed.) United Nations. Obtenido de <https://www.un.org/en/chronicle/article/small-islands-rising-seas>
- SDSN. (2019). Sustainable Development Report 2019. Sustainable Development Solutions Network. Obtenido de <https://sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2019/>
- SEGOB. (08 de 07 de 2020). Programa Sectorial de Energía 2020-2024. Obtenido de DOF: 08/07/2020: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5596374&fecha=08/07/2020](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596374&fecha=08/07/2020)
- Segota, T. (1967). Paleotemperature Changes in the Upper and middle Pleistocene. *Ice Age and the Present*, 18, 127-141.
- SENER. (2015). Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía. Gobierno de México.
- SENER. (2018). Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía, Gobierno de México.
- SMN. (2020). Servicio Meteorológico Nacional. Obtenido de CONAGUA: <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- The World Bank. (2020). Forest area. Obtenido de <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2>
- Theophrastus. (1894). Theophrastus of Eresus on Winds and on Weather Signs. (G. J. Symons, Ed.) London, UK: Edward Stanford.
- UNDP. (2018). Small Islands Nations at the Frontline of Climate Action. (U. N. Program, Ed.) Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/en/home/>



news-centre/news/2017/09/18/small-island-nations-at-the-frontline-of-climate-action-.html

UNIVISIÓN. (2019, Julio 1). Flujo migratorio de 2019 en México rompe récord y supera en más de 200% la cifra registrada en 2018. Univisión Noticias. Retrieved from <https://www.univision.com/noticias/inmigracion/flujo-migratorio-de-2019-en-mexico-rompe-record-y-supera-en-mas-de-200-la-cifra-registrada-en-2018>

United Nations. (2019). El mundo alcanza un record histórico de calor. Obtenido de Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2019/07/1459491>

WBG. (2018). Groundswell - Preparing for Internal Climate Migration. The World Bank. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461>

ZEBRA. (2020). Nearly Zero-Energy Building Strategy 2020. ZEBRA2020. Obtenido de <https://zebra2020.eu/>

## CAPÍTULO 2

# POBLACIÓN

1. La población continuará concentrándose aceleradamente en Mega-Ciudades con más de diez millones de habitantes que requieren un diseño regional y urbano sustentable particularmente en energía, agua, aire, alimentos, transporte y salud.
2. La expectativa de vida continuará aumentando por lo que la población mundial envejecerá aún más, requiriendo cambios en los sistemas de transporte, accesibilidad de calles y edificios; demandará más servicios médicos y cambios en los programas arquitectónicos en general.
3. Los espacios abiertos tanto públicos como privados se deben rediseñar considerando un menor uso del automóvil privado y reestructurando los sistemas de movilidad tanto peatonales como de vehículos motorizados y otros no motorizados como las bicicletas. Las áreas públicas deben incluir más áreas verdes, espacios de recreación y servicios.
4. Las viviendas para jóvenes adultos, tanto en renta como en venta, serán preferidas principalmente por su ubicación y conectividad global, tendrán áreas privadas reducidas e insonorizadas, áreas colectivas y esquemas innovadores como smart-living, co-living o micro-living. El diseño bajo principios de sustentabilidad como el “net zero building” en agua y energía les dará un mayor valor.
5. Los programas de vivienda, trabajo y educación se integrarán en varios niveles. Se necesitarán barrios y “aldeas” con usos diversos que les den autosuficiencia básica. Los edificios que integren vivienda, trabajo y comercio tendrán una importancia aún mayor en las megaciudades. Los programas arquitectónicos de los edificios habitacionales incluirán áreas de trabajo sobre demanda y equipamiento como salones de usos múltiples, gimnasios, azoteas verdes con producción de alimentos, etc. Dentro de las viviendas se necesitará un mobiliario flexible y la posibilidad de dividir e insonorizar los espacios temporalmente.





Figura 46 Población en la ciudad de México

Ríos Humberto (2017). "México lindo y querido" y la fiesta siguió y siguió [imagen en artículo periodístico]. Revista Milenio. <https://www.milenio.com/espectaculos/mexico-lindo-querido-fiesta-siguio-siguio>

## CAMBIOS DE POBLACIÓN

Los cambios en la población son una de las características más relevantes del Siglo XXI. Estos han ocurrido con gran rapidez modificando factores como el comportamiento social, la conciencia ecológica, el modo de vida, trabajo, estudio y la edad de la población, entre otros.

### Crecimiento de Población

Las crisis energéticas, ambientales, climáticas y de salud que marcan el Siglo XXI tienen su origen primordialmente en el aumento de la población.

La población mundial ha aumentado de una manera alarmante en los últimos 120 años: de los 1,600 millones de habitantes que existían en 1900 a los 7,795 millones de habitantes que hay hoy en día; en 120 años ha aumentado casi cinco veces. Solo en los menos de veinte años que llevamos del siglo XXI, ha aumentado de 6,000 a 7,795 millones de seres humanos (ONU, 2019).

En el caso de México la población aumentó de 20 millones en 1900 a 135 millones de habitantes en el 2020, equivalentes a 6.5 veces en 120 años. Solo en el siglo XXI pasó de haber 95.7 a 126 millones de mexicanos, de acuerdo con el CENSO 2020. (INEGI, 2020)

Este es un cambio sin precedentes en la historia de la humanidad y es la razón principal por la que ocupamos más espacio, necesitamos más energía, destruimos más el ambiente, explotamos más todos los recursos y nos volvemos mucho más propensos a ser atacados por diferentes enfermedades. El único momento en que el número de humanos ha disminuido fue en el siglo XIV con la pandemia de la “Peste Negra” que mató a 200 millones de personas, equivalentes a una tercera parte de la población mundial de esa época (Roser, 2019).

El aumento de población tiene varias razones, entre todas ellas destacan los notables avances médicos que reducen la mortalidad, sobre todo infantil, y que aumentan significativamente nuestra expectativa de vida.

### Expectativa de Vida

En 1960, la expectativa de vida era de 50 años; ahora en 2021, ahora es de prácticamente 75 años. Esto es muy significativo porque en menos tiempo que vive

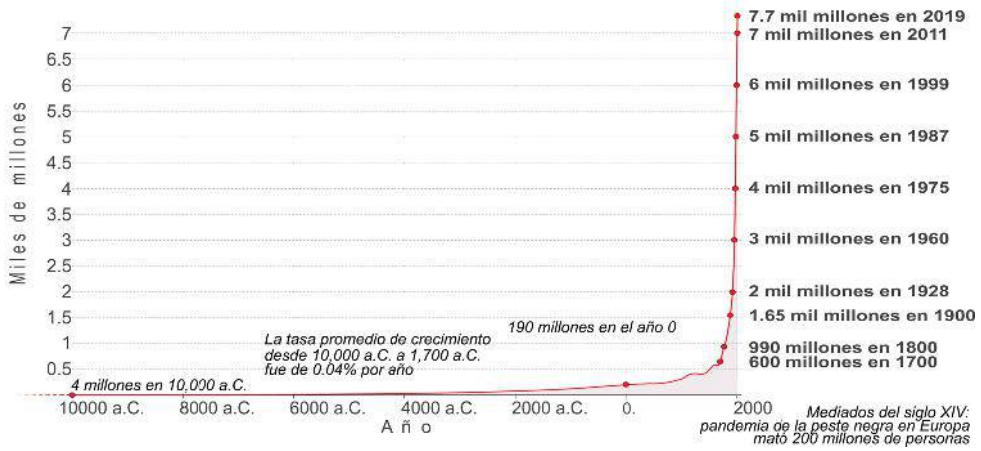


Figura 47 Tamaño de la población mundial durante los últimos 12,000 años  
 Varias fuentes (2019) – UN Population Division (2019). World population over the last 12,000 years and UN projection until [gráfico en internet]. Our World in Data. [https://ourworldindata.org/grapher/world-population-1750-2015-and-un-projection-until-2100?country=Our+World+In+Data~OWID\\_WRL](https://ourworldindata.org/grapher/world-population-1750-2015-and-un-projection-until-2100?country=Our+World+In+Data~OWID_WRL)

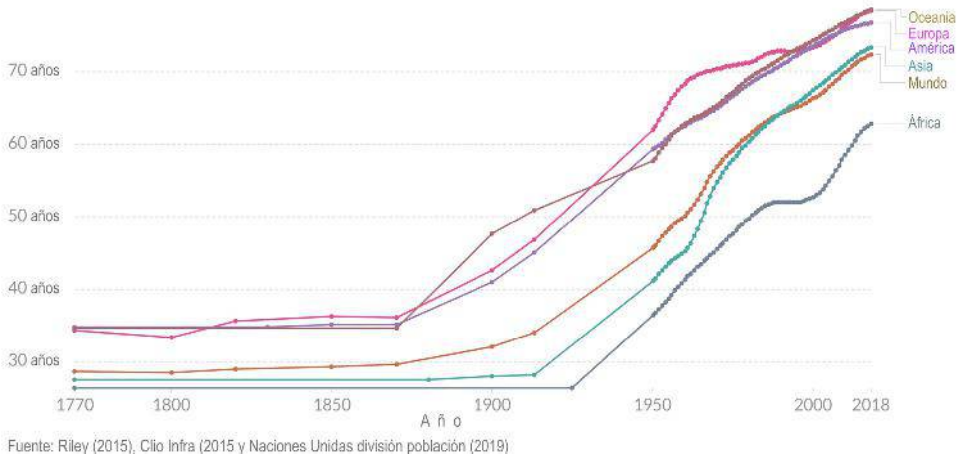


Figura 48 Expectativa de vida del año 1770 a 2018  
 Riley (2005), Clio Infra (2015), y UN Population Division (2019). Life expectancy, 1771 to 2018 [gráfico en internet]. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/life-expectancy?time=1770.2018>

una persona, la expectativa de vida ha crecido 50%... y posiblemente si una persona llegara a vivir los 75 años esta expectativa aumentaría a 90 años.

Un crecimiento a esta velocidad no es sostenible, ya que los recursos no pueden crecer indefinidamente al mismo ritmo que lo hace la población. Los ecosistemas tienen límites en cuanto a su capacidad productiva y de carga que no pueden sobrepasarse, por lo que los recursos inevitablemente serán insuficientes y aún más considerando su inequitativa distribución.

Tanto el crecimiento de la población como el aumento en la expectativa de vida han llevado a cambios muy notables en la pirámide de edades.

En 1960, ésta tenía una base muy amplia en el grupo de 0 a 4 años y gradualmente, al aumentar la edad, se iba reduciendo. Se puede observar una pirámide con un leve cambio a los 15 años y un nuevo cambio de dirección a los 45 años.

Esta misma pirámide a nivel mundial para el 2020 se ve mucho más aguzada y reducida en su base. Casi existe la misma población de 0 a 4 años que de 30 a 34 años.

### Movimientos de Migración y Emigración

Las ciudades actuales son el resultado de un crecimiento territorial desmesurado producto de fenómenos como el aumento de la población y los procesos de migración. En muchos países existen procesos intensos de migración interna sobre todo del campo a las ciudades, lo que acentúa las diferencias económicas y produce efectos de marginación social, devastación ambiental y condiciones de vida insalubres.

*“El conjunto de pruebas sobre la creciente migración y movilidad a largo plazo muestran que la migración está en gran parte relacionada con las transformaciones económicas, sociales, políticas y tecnológicas mundiales que están afectando a una amplia gama de cuestiones políticas de alta prioridad. A medida que los procesos de globalización se profundizan, estas transformaciones dan forma cada vez más a nuestras vidas – en nuestros lugares de trabajo, en nuestros hogares, en nuestra vida social y espiritual – en muchos aspectos de la vida diaria.” (OIM, 2020)*





Figura 49. Adultos mayores en parque  
Imagen: Natalia Figueroa (2021)

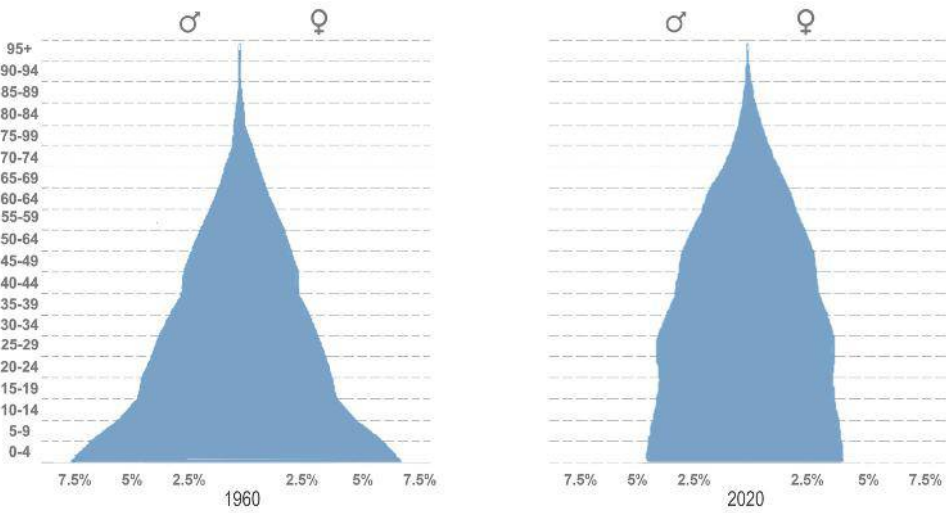


Figura 50 Pirámide de edades de la población en México y España, 2020  
World Bank/UNESCO (sf). [gráfico en internet]. <https://www.worldlifeexpectancy.com/es/>

Todos éstos cambios modifican nuestras necesidades tanto a nivel urbano como arquitectónico. La ciudad del Siglo XXI no puede ser igual que la ciudad del siglo XX.

A partir de la segunda mitad del siglo XX casi todas las ciudades de Asia, América Latina y África crecieron rápidamente al trasladarse hacia éstas las fuentes de empleo y concentrar los mejores servicios y equipamientos de salud, educación, entretenimiento y abasto. En el siglo XX sucedió la transformación de muchas ciudades en megalópolis: Tokyo, Singapur, Nueva York, Paris, Ciudad de México, Sao Paulo, Buenos Aires, Ciudad del Cabo entre otros muchos.

*“El ritmo sin precedentes de cambio en las esferas (geo)política, social, ambiental y tecnológica ha llevado a algunos analistas y comentaristas a acuñar o utilizar frases como la “edad de las aceleraciones”, la “cuarta revolución industrial” y la “edad del cambio”. Hay un amplio reconocimiento de la rapidez con la que el mundo está cambiando, y de cómo el ritmo del cambio parece estar acelerándose más allá de todas las expectativas y predicciones. También hay una sensación de que el cambio está resultando en impactos inesperados (y no deseados).” (OIM, 2020)*

En los últimos años hemos sido testigos de movimientos migratorios y desplazamientos forzados de gran envergadura, muchos de ellos vinculados a condiciones muy adversas o amenazas de perder la vida. Entre estos destacan aquellos desplazamientos por conflictos armados, crimen organizado o violencia social; así como otros vinculados a conflictos económicos o inestabilidad política.

De acuerdo con las Naciones Unidas, el 3.5% de la población mundial emigra anualmente de un país a otro; esto es equivalente a 272 millones de personas al año. Existen datos que permiten identificar corredores de migración que se han desarrollado durante muchas décadas. Estos generalmente van de zonas en desarrollo o pobres como Asia, América Latina, Europa Oriental, Sureste Asiático y África, hacia economías más grandes y desarrolladas como Estados Unidos, Alemania, Arabia Saudita, Rusia o Francia.

India con 17.5, México con 11.8 y China 10.7 millones respectivamente son los países con el mayor número de migrantes internacionales y el país destino más

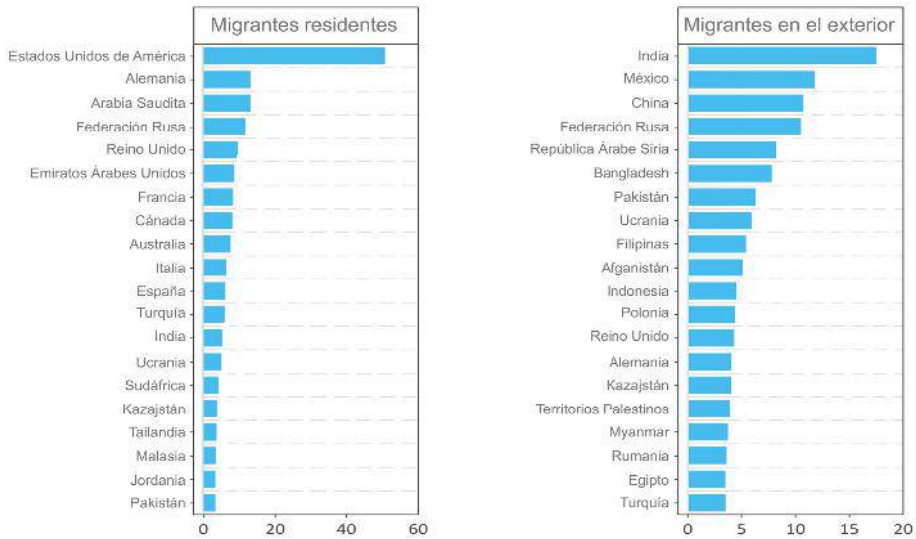


Figura 51 Los 20 principales destinos y orígenes de los migrantes internacionales IOM (2020). World Migration Report 2020 p.26 [gráfico en reporte]. International Organization for Migration (IOM) [https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr\\_2020.pdf](https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr_2020.pdf)



Figura 52. Caravana de migrantes centroamericanos hacia Estados Unidos García, Jacobo (2019). Caravanas, un año del fenómeno que cambió el rostro de la emigración en Centroamérica. [imagen en artículo periodístico]. Periódico el país [https://elpais.com/internacional/2019/10/12/mexico/1570842692\\_169101.html](https://elpais.com/internacional/2019/10/12/mexico/1570842692_169101.html)

buscado son los Estados Unidos con 50.7 millones de solicitudes. Debemos destacar que en 2018 había 38.5 millones de mexicanos viviendo en Estados Unidos y las remesas que envían a sus familias en México alcanzaron los 36,000 millones de dólares, por lo que estos “ingresos” son la mayor fuente de divisas para el país, superando la inversión extranjera directa (35,000 mdd) y el turismo (22,000 mmd). (BANXICO, 2021).

Los conflictos sociales son una de las principales razones para que la inmigración en 2019 haya registrado la cifra más grande de desplazados por violencia de la historia con 6.1 millones en Siria, seguidos por 5.8 millones en Colombia y 3.1 millones en la República del Congo. Venezuela es el país con mayores solicitudes de asilo en un solo año con 340,000 personas para un total de cuatro millones de venezolanos saliendo de su país en el último año.

En algunos lugares es posible observar tendencias recientes donde la migración se ha vuelto un arma política que amenaza la democracia, los derechos humanos y civiles explotando los miedos de las comunidades de residentes a los cambios inciertos.

### **Megaciudades, migración del campo a la ciudad**

También es importante destacar que la migración del campo a las ciudades ha cambiado el balance mundial entre población rural y urbana, incrementando las diferencias de acceso a un trabajo digno, educación y salud. Hace apenas unos años (2009) el balance mundial entre población rural y urbana se invirtió.

*“Hoy en día, el 55% de la población mundial vive en zonas urbanas, una proporción que se espera que aumente al 68% para 2050. Las proyecciones muestran que la urbanización, el cambio gradual en la residencia de la población humana de las zonas rurales a las urbanas, combinado con el crecimiento general de la población mundial, podría generar otros 2.500 millones de personas en las zonas urbanas para 2050, y cerca del 90% de este aumento se está produciendo en Asia y África, según un nuevo dato de las Naciones Unidas.” (DEAS,2018)*





Figura 53 Ciudad Nezahualcóyotl, Zona Metropolitana de la Ciudad de México  
Castillo, José (2014). Mexico City: a city of outsides [imagen en internet]. area-arch.  
<https://www.area-arch.it/mexico-city-a-city-of-outsides/>

Otra parte importante de los movimientos migratorios cada vez más notable se debe al impacto del cambio climático, que ocasiona que algunas zonas cambien su clima con largas sequías, inundaciones, incendios y huracanes. Por ejemplo, podemos citar el huracán María que en 2017 afectó de forma muy grave a Puerto Rico y otras islas del Caribe o los incendios forestales del 2019-2020 que devastaron 11 millones de hectáreas de bosques en Australia.

Actualmente Tokio es la ciudad más grande del mundo con 37 millones de habitantes, seguida por Nueva Delhi con 29, Shanghai con 26 y la Ciudad de México y Sao Paulo con aproximadamente 22 millones de habitantes cada una. De las 10 megaciudades más grandes del mundo, solo Tokio y Osaka se prevé que tengan ligeros decrementos de población, el resto de ellas continuará creciendo en los próximos años.

Se estima que para el año 2030 habrán 43 mega ciudades con más de 10 millones de habitantes, la mayoría de ellas en países en desarrollo. Actualmente 1 de cada 8 habitantes del planeta vive en alguna de las 33 megaciudades alrededor del mundo.

Esto conlleva problemas básicos de sustentabilidad en las grandes ciudades relacionados a su planificación y manejo para garantizar acceso a infraestructura, particularmente energía, agua y telecomunicaciones, así como servicios sociales para todos, haciendo énfasis en las necesidades de los pobres urbanos y otros grupos vulnerables. El mayor reto para la sustentabilidad consiste en que todos los ciudadanos tengan acceso a una vivienda, educación básica, atención a la salud, trabajo digno y un medio ambiente saludable y seguro.

### **Nuevos Grupos De Edad: Infancia, Adultos Jóvenes y Senectud.**

En la sociedad del siglo XXI, han surgido nuevos grupos sociales o se han transformado de manera importantes los ya existentes.

#### **Infancia**

La infancia es un periodo crucial para la formación del ser humano. El ambiente en el que ésta se desarrolla es primordialmente la vivienda y la escuela. Ambos espacios juegan un papel determinante en su desarrollo tanto físico, mental y emocional. En los últimos 30 años ha habido un enorme avance en la educación infantil, y esto ha generado mayor conciencia de temas sociales de gran relevancia como



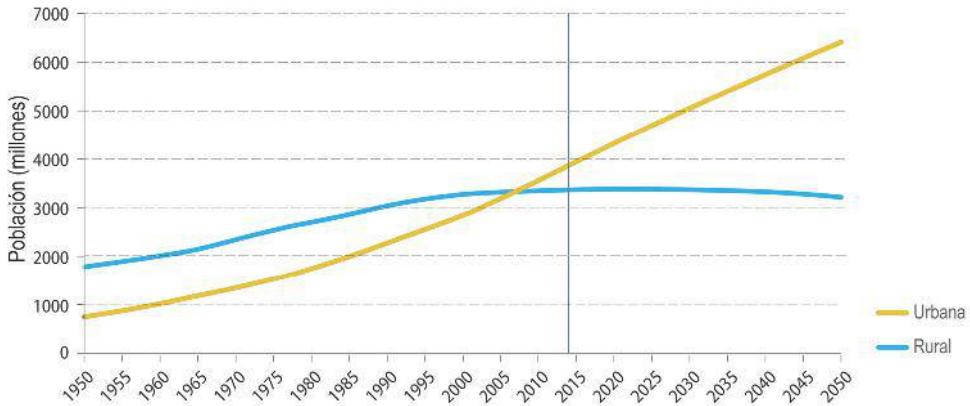


Figura 54 Población urbana y rural en el mundo, 1950-2050  
 UN (2014). World Urbanization Prospects The 2014 Revision p.7 [gráfico en publicación]. Naciones Unidas.  
<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>

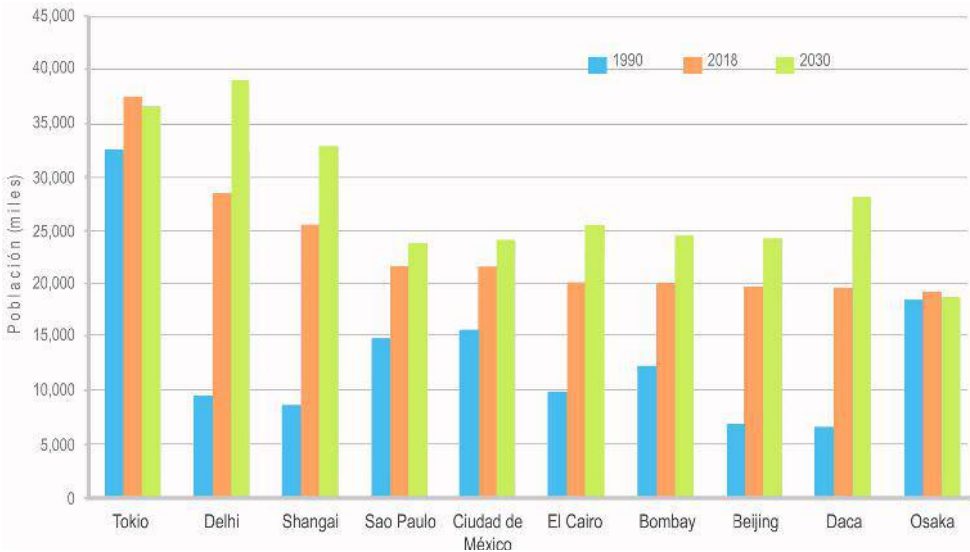


Figura 55 Crecimiento de la población con estimaciones para 1990 y 2030  
 UN (2018). World Urbanization Prospects 2018 p.17 [gráfico en publicación]. Naciones Unidas.  
<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>

la salud, el control de la natalidad y el cuidado del medio ambiente. Sin embargo, muy pocos niños pueden experimentar los conceptos que se enseñan en la escuela en sus propias viviendas o edificios. La mayoría de éstos están muy alejados de la sustentabilidad: pocas veces incluyen áreas verdes, prácticamente nunca reciclan el agua y solo algunos generan energía y tienen dispositivos para su uso eficiente.

Adicionalmente, el Siglo XXI demuestra un cambio importantísimo hacia los medios de comunicación electrónica, particularmente el internet. La pandemia del 2020 ha obligado por primera vez a que prácticamente todas las escuelas busquen modelos de educación a distancia como medio principal de enseñanza. Este drástico cambio implica también modificaciones en los edificios. ¿Es que acaso las escuelas seguirán existiendo como las conocemos?, ¿Cómo se modificarán las viviendas para acomodar más habitantes simultáneamente y actividades más diversas? Los espacios privados de las viviendas son ahora donde los niños estudian y juegan.

Los cambios ocasionados por la cuarentena demuestran también la necesidad de acceso a una conexión de internet con alta velocidad. Esto puede hacer la diferencia entre poder estudiar o no. Las viviendas ahora deben contar con una conexión a internet y nodos que permitan recibir la señal adecuadamente en todas las habitaciones. Asimismo, los elementos de aislamiento acústico son fundamentales en este nuevo escenario.

Se han mencionado reiteradamente los efectos negativos de las redes sociales en el desarrollo de los niños, incluyendo el *bullying*, el acceso a la pornografía o programas de videojuegos que ensalzan la violencia. Estos problemas plantean retos de diseño para tener un control visual no intrusivo de las actividades infantiles.

En un mundo comunicado a distancia, el hogar tiene que ser el antídoto para estos elementos negativos. Los niños necesitan ahora espacios propios, aislados acústicamente, con una conexión de internet de alta velocidad y un equipo adecuado; pero también requieren espacios de convivencia familiar y social bien diseñados y sustentables. En un mundo vinculado a las computadoras, relacionarse con el medio ambiente se vuelve crítico para estar conscientes del paso del tiempo, del día y la noche o de las estaciones del año. Es importante que en los espacios habitables tengamos la presencia del sol, ventanas al exterior e iluminación natural. Adicionalmente puede ser altamente benéfico para los niños tener un jardín o, mejor aún, un huerto familiar.



Figura 56. Niños usando laptop en el sofá.

Wave Marta (2021). Black children using touchpad of laptop on sofa[fotografía de internet]. Pexels <https://www.pexels.com/photo/black-children-using-touchpad-of-laptop-on-sofa-6437861/>

En ambientes cada vez más urbanos, la instalación de equipos que capten el agua y que generen electricidad en sus propias viviendas, les ayudará a entender mucho mejor su relación con el medio ambiente y también a cuidar de sus recursos.

Será un gran reto para los urbanistas y arquitectos conseguir que los niños no estén encerrados todo el tiempo en un pequeño lugar personal viendo una pantalla.

*“... cuando una familia reside constantemente en un hogar bien mantenido en un vecindario seguro y tiene acceso a escuelas de alta calidad y espacios de juego al aire libre seguros; a lo largo de la vida de un niño los efectos positivos son mucho más fuertes que experimentar solo una de esas características positivas.” (Vandivere, 2006)*

En estas circunstancias los niños de las familias de bajos ingresos enfrentan los mayores retos en sus viviendas. Ya de por sí con desventajas como falta de alimentación, abrigo, atención médica o educación, los niños con menores recursos pueden quedar completamente marginados en un mundo digital sin acceso a la educación, lo que comprometería mucho más su futuro. De acuerdo a la información de las Naciones Unidas, uno de cada tres niños en el mundo vive en situación de pobreza (663 millones de niños) y, de ellos, 385 millones vive en pobreza extrema teniendo que sobrevivir con menos de dos dólares al día. Incluso en los países más ricos, uno de cada siete niños vive en la pobreza (UNICEF, 2020). La pandemia del 2020 sin duda incrementará la población infantil en situación de pobreza y pobreza extrema.

En esta dirección, las acciones de diseño pueden ser sumamente significativas para rehabilitar y mejorar las viviendas deterioradas, rediseñar espacios públicos para el deporte y el ejercicio, proveer a las viviendas con mobiliario adecuado y accesible, crear espacios que permitan reusar los equipos de cómputo que son desechados por millones cada año convirtiéndose en una área de oportunidad para los más desprotegidos, en lugar de un fuente de contaminación, entre otras.

A nivel urbano durante los últimos 100 años se le ha dado una gran importancia a la educación básica buscando una cobertura de la totalidad de la población. Con los cambios que observamos en cada vez más países, la infraestructura tradicional de educación será excesiva y envejecida, ya que el número de niños en edad escolar seguirá disminuyendo constantemente.



Figura 57 Niñas y niños en convivencia social  
Admin1 (2016). En 2017, estudiantes del campo irán a clase en bicicleta [imagen en artículo periodístico]. Jeanoticias.  
<https://jeanoticias.com/en-2017-estudiantes-del-campo-iran-a-clase-en-bicicleta/>

Los nuevos programas para la infancia deberán incluir o readaptar nuevos espacios tales como bibliotecas digitales, salas comunales con equipos de cómputo rehabilitados y capacitación en estos temas para los padres, para que estas tecnologías no se usen para copiar sin reflexionar.

También la tele-medicina a través de internet podría facilitar el acceso a la salud necesaria para millones de niños en zonas marginales o aisladas.

### **Adultos Jóvenes**

Posiblemente el grupo social donde los cambios de comportamiento se observan con mayor intensidad en el siglo XXI son los adultos jóvenes. Muchos de ellos nacidos ya en una “era digital” cuestionan con vehemencia los comportamientos tradicionales y abren con ello nuevos patrones de comportamiento para el estudio, el trabajo, el entretenimiento, las compras y todas las demás actividades. Al encontrarse entre los 20 y 39 años este grupo constituye la parte más productiva de la sociedad. Ellos cuestionan el matrimonio, el tener o no hijos y a qué edad, respeto y tolerancia a la diversidad sexual, la igualdad de género, los derechos de la mujer y los diferentes grupos raciales, así como la importancia del medio ambiente, entre otros.

Ya que ahorrar para comprar una casa o departamento no es una prioridad, este grupo busca como meta la renta en vecindarios centrales, bien ubicados respecto a su trabajo, con vivienda alternativa en edificios remodelados o reciclados. Muchos de ellos no poseen auto y prefieren como medio de transporte la bicicleta, caminar o servicios tipo Uber.

No se trata de un grupo homogéneo, ya que presenta grandes contrastes: desde los jóvenes adultos que no trabajan, ni estudian (Ninis); los que continúan estudiando especializaciones, maestrías e incluso doctorados hasta cerca de los 30 años y otra parte que se inserta de manera temprana en el mercado laboral exigiendo ingresos altos, libertad de trabajo y un buen nivel de vida sin contar con la experiencia requerida.

Este es un fenómeno mundial y se puede observar claramente en el número de nacimientos por año. Los datos muestran una clara tendencia a la baja y esto incluye a toda la población, donde los adultos jóvenes constituyen el grupo más importante por estar en edad reproductiva. Por ejemplo, en México el cambio es de 2'904,389 nacimientos en 1994 a 2'162,535 en 2018 (INEGI, 2020).





Figura 58 Niños en condición de pobreza en la India  
Moldenhauer, Fernando (2018). La pobreza extrema, un problema que afecta al 30% de la infancia en India. [imagen en blog de ONG]. ONG Semilla para el cambio.  
<https://www.semillaparaelcambio.org/2018/11/pobreza-extrema-infantil-en-india/>

Esta tendencia conlleva consecuencias importantes en los programas de las viviendas, por ejemplo: incremento de la demanda de vivienda en renta de un solo dormitorio y menor número de dormitorios en las viviendas familiares, así como viviendas más pequeñas, pero mejor ubicadas respecto a los centros de trabajo, educación, salud, recreación y abastecimiento.

*“Por lo tanto, una característica de los jóvenes adultos de hoy en día que tiene consecuencias sociales significativas es el retraso en la edad a la que las personas tienen su primer hijo... y está llevando a una reducción en el número de niños nacidos.” (Domenech, 2019)*

Dentro de las soluciones de diseño arquitectónico alternativas que han surgido a partir de estos cambios están los micro-departamentos desde 20 hasta 50 m<sup>2</sup> (muchas veces subdividiendo una casa o departamento existente), el co-living donde el espacio privado es una recámara y se comparten los baños y la cocina y el micro-living donde el espacio privado es solamente el área de la cama o un escritorio y varias personas comparten un mismo dormitorio.

También existen grupos de jóvenes que trabajan a distancia y no tienen residencia fija; viajan constantemente buscando formas económicas y agradables de hospedaje (como hostales para jóvenes, cuartos o departamentos amueblados) tanto dentro de sus países como internacionalmente con destinos en lugares de playa o pueblos típicos en Tailandia, Camboya, Europa del Este, etc. Con frecuencia ajustan su destino estacionalmente a las mejores condiciones climáticas y a los precios más económicos de hospedaje en función de las temporadas turísticas.

Todos estos son nuevos programas arquitectónicos, muy poco atendidos por la práctica tradicional. Este cambio de manera de pensar también va vinculado a una manera diferente de diseñar los espacios. Los nuevos espacios privados para la población joven necesitan ser polifuncionales para trabajar, estudiar, tener reuniones sociales, aseo y comida en áreas más reducidas.

## Senectud

De acuerdo con datos de las Naciones Unidas en el 2019, 1 de cada 11 habitantes del planeta tenía más de 65 años. Para el 2050 se espera que 1 de cada 6 tenga más de 65 años; en Europa y Estados Unidos esta proporción será de 1 a 4.

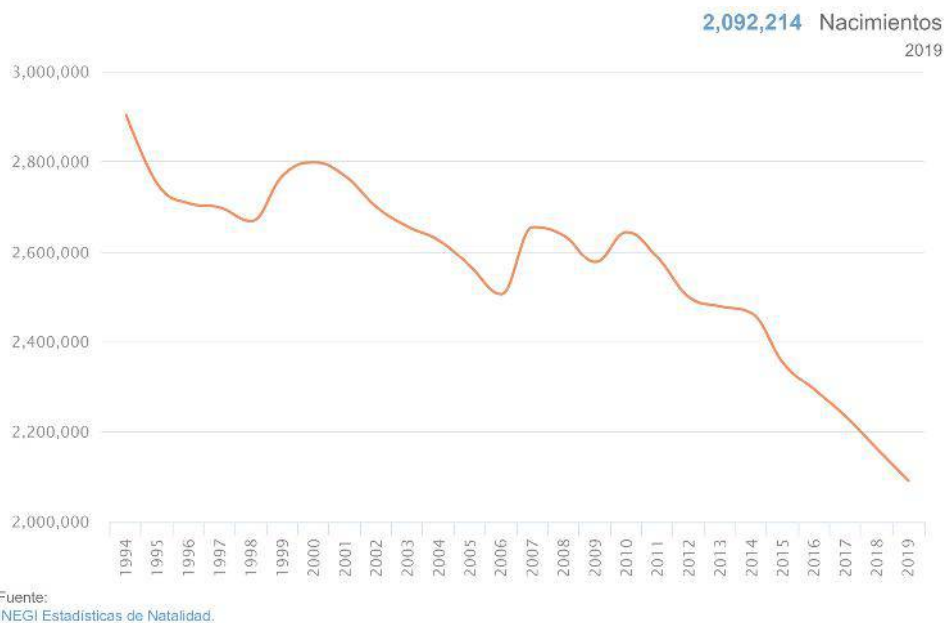


Figura 59 Nacimientos en México por año.  
INEGI (2021). Natalidad y fecundidad [gráfico en internet]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). <https://www.inegi.org.mx/temas/natalidad/>

En el 2018, por primera vez en la historia, las personas que tenían 65 años o más superaron el número de niños durante 5 años consecutivos. En todo el planeta el número de personas que tiene 80 años o más se proyecta que se triplique de 143 millones en 2019 a 426 millones en el 2050.

Estos datos nos indican claramente otro de los grandes cambios contemporáneos en los grupos sociales. La población mundial en general está envejeciendo rápidamente y pocas ciudades y edificios están adecuadamente preparados para ello.

Sin embargo, los casos específicos por país muestran diferencias significativas. Prácticamente todos los países tenían en la década de los sesentas efectivamente una pirámide de edades en forma más o menos triangular. Actualmente para México, la parte más ancha de la población ya no está en la base de la población infantil, sino que en este momento se encuentra en el rango entre los 15 a 20 años. Sin embargo, en otros países con cambios sociales y de salud significativos como España, esta pirámide está ya completamente invertida con el grueso de la población entre los 40 y los 45 años y el grupo de 0 a 4 prácticamente con el mismo ancho el grupo de 65 a 69 años.

Esto indica que en algunos países la población adulta y adulta mayor es mucho más que la población joven. Este cambio conlleva ajustes importantes tanto en el diseño urbano como en el diseño arquitectónico para una población mayoritariamente adulta y adulta mayor. En estos términos, la accesibilidad se vuelve en un tema prioritario y el transporte con un vehículo particular pierde cada vez más importancia, ganándolo el transporte público seguro y accesible.

Otro cambio evidente a nivel urbano es que el acceso a los servicios de salud para una población que continuará envejeciendo se vuelve crítico y tomará un papel protagónico en los desarrollos urbanos y habitacionales del Siglo XXI. Para un sector cada vez más amplio de la población es más importante estar cerca de un hospital que de una escuela.

La pandemia del año 2020 ha demostrado la debilidad de casi todos los países para atender adecuadamente a un número significativamente alto de pacientes y también nos ha demostrado que los grupos de edad con 60 años o más son los más vulnerables a las enfermedades tanto las degenerativas (cáncer, Parkinson, diabetes, enfermedades coronarias) como a las transmitidas por virus o bacterias.

El cambio en la pirámide de edades implica entonces cambios en consideraciones de diseño urbano y arquitectónico muy importantes, que deberán realizarse en un periodo muy breve de tiempo.



Figura 60. Generación Milenial  
Imagen: A. Figueroa (2021)

Al interior de los espacios resulta fundamental la accesibilidad desde la calle hasta todos los espacios interiores. Es necesario no tener obstáculos contando con rampas, puertas amplias, baños y cocinas accesibles para personas con movilidad limitada, entre otros. Algunos elementos de diseño simples como barandales y agarraderas son de gran importancia, así como pisos antiderrapantes y niveles de iluminación más elevados.

En general, en la senectud la actividad metabólica disminuye, por lo que se requieren espacios con temperaturas interiores más altas. El rango de confort o comodidad térmica incrementa de 2° a 3°. También es importante evitar los “golpes de calor” o “golpes de frío”, es decir, cambios bruscos de temperatura que pueden provocar enfermedades graves en la población de más de 60 años.

### Conclusiones de los Cambios de Población

El aumento de la población, el constante incremento en la expectativa de vida, la inversión de la pirámide de edades con menos jóvenes y más ancianos, los movimientos migratorios entre países y del campo a la ciudad y la concentración de la población en mega-ciudades, entre otros, plantean enormes retos y oportunidades para el Geodiseño y la Arquitectura bioclimática.

En este panorama, hay que valorar correctamente el papel que tienen los niños, los adultos jóvenes y los ancianos, ya que estos grupos están redefiniendo la ubicación, forma y construcción de la arquitectura del siglo XXI.

*“A medida que el mundo se continúa urbanizando, el desarrollo sostenible depende cada vez más del éxito de la gestión del crecimiento urbano, especialmente en los países de ingresos bajos y medianos donde se proyecta que el ritmo de la urbanización sea más rápido. Muchos países se enfrentarán a grandes desafíos para satisfacer las necesidades de sus crecientes poblaciones urbanas como ubicación de la vivienda, el transporte, los sistemas energéticos y otras infraestructuras, así como para el empleo y los servicios básicos, como la educación y la atención de la salud. Se necesitan políticas integradas para mejorar la calidad de vida de los habitantes urbanos y rurales, al tiempo que se fortalecen los vínculos entre las zonas urbanas y rurales,*



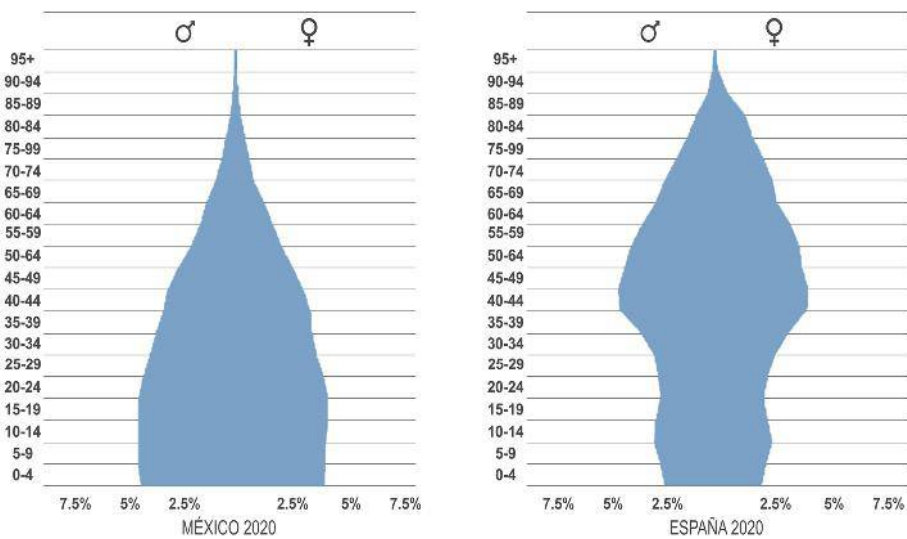


Figura 61 Pirámide de edades de la población en México y España.  
 World Bank/UNESCO (sf). [gráfico en línea] <https://www.worldlifeexpectancy.com/es/>

*aprovechando sus lazos económicos, sociales y ambientales existentes.” (UN, 2019)*

La pandemia mundial del año 2020 es un punto de inflexión para comprender que no podemos seguir desarrollándonos de la misma forma y que las sociedades humanas interconectadas e interdependientes son muy vulnerables a catástrofes sanitarias, naturales y económicas.

No podemos ignorar una tendencia mundial que acentúa las profundas diferencias entre un pequeño número de habitantes muy ricos y un número cada vez mayor de humanos, particularmente niños, cada vez más pobres.

Ante esta realidad, es necesario plantear alternativas de diseño que se basen en el uso y re-uso inteligente y equitativo de los recursos y la tecnología. Es importante que este concepto incluya edificios, vecindarios, barrios, ciudades y regiones enteras.

## RETOS Y OPORTUNIDADES

Las tendencias de población actuales demuestran que la población seguirá creciendo a un ritmo muy acelerado y que debemos empezar a diseñar las ciudades desde una escala regional, porque en el futuro próximo muchas de las ciudades que actualmente tienen más de un millón de habitantes se convertirán en magalópolis, conurbando las poblaciones periféricas para formar zonas urbanas mucho más extensas. Esto ocurrirá en horizontes de tiempo muy breves, de 10, 20 y 30 años.

## GEODISEÑO

- Es de extrema importancia preservar los sistemas hídricos, áreas naturales y edificios históricos como elementos vitales para un desarrollo regional sustentable.
- Realizar planes de desarrollo urbano en horizontes de 15 y 30 años tomando en cuenta el aumento demográfico acelerado y el cambio climático
- Determinar las mejores áreas para la generación regional de energía limpia en forma autosuficiente; en función del clima puede ser hidráulica, fotovoltaica, eólica o una combinación de éstas.



Figura 62. Equipo médico en sala de operación.

Shvets Anna (2020). Medical Equipment on an Operation Room [fotografía de internet. Pexels. <https://www.pexels.com/photo/medical-equipment-on-an-operation-room-3844581/>]

- Hacer el diseño de los sistemas de transporte en una escala regional previendo el crecimiento de la población –y su envejecimiento- reservando el suelo necesario para la infraestructura y equipamiento antes de que las ciudades y pueblos de una región se conurben.
- Un cambio urbano importante respecto a la población, es la posibilidad de recuperar las calles como espacios públicos seguros para niños y ancianos. Esta debe ser una prioridad en zonas centrales de la ciudad, desplazando el estacionamiento y circulación de autos por carriles para bicicletas, peatones, bancas, arbolado, zonas de comida, descanso y recreación.
- La zonificación actual, que limita muchos usos de suelo a determinadas áreas, deberá flexibilizarse para promover unidades urbanas más autosuficientes en forma de barrios, colonias o conjuntos de edificios, que simultáneamente respondan a los cambios en una población con mayor número de ancianos que requieren de hospitales y centros sociales cercanos; y para la población infantil escuelas con mayor calidad en función de los cambios tecnológicos.
- Los centros sociales de barrio son una alternativa para dar acceso a internet, educación y capacitación a los sectores más desprotegidos de la sociedad: niños, jóvenes desempleados y ancianos.

## BIOCLIMÁTICA

- En el diseño arquitectónico están surgiendo nuevos programas para atender el incremento de la población y la necesidad de una buena ubicación; estos requieren ser cómodos y eficientes dando acceso a servicios y equipamiento diversificado, suficiente y de buena calidad.
- El diseño de los medios de comunicación entre las personas y entre éstas y los edificios continuará transformándose; es importante preparar a los edificios con interfaces de fácil lectura y operación.
- El uso de sensores en los espacios habitables nos proporciona información en tiempo real del desempeño del espacio en todos sus aspectos: higo-térmico, lumínico, acústico y olfativo. Estos datos necesitan una in-



Figura 63 Una niña juega fuera de su vivienda en un cinturón de miseria de Uttar Pradesh en India. Niklas Halle'n (2020). Uno de cada seis niños vive en la pobreza extrema y la cifra aumentaría con la pandemia de COVID-19. [imagen de artículo periodístico]. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/10/1482662>

terface amigable que permita entenderlos y evaluarlos rápidamente por cualquier usuario y tomar las medidas correctivas en forma oportuna.

- Para las familias con hijos, los espacios habitables necesitan más flexibilidad, privacidad acústica, control visual y diversidad de usos, multiplicando las actividades que se realizan al interior en forma simultánea.
- Existen muchas oportunidades en el diseño de muebles multifuncionales (esparcimiento-estudio-descanso) sobre todo pensando en espacios pequeños e individuales. Las camas elevadas pueden liberar el espacio de las habitaciones pequeñas para otros usos.
- Los adultos jóvenes requieren espacios de bajo costo para el trabajo o capacitación a distancia, con buena ubicación cercana a áreas de entretenimiento. Esquemas como el “*smart living*” con espacios reducidos entre 20 y 50 metros para una o dos personas serán requeridos con mayor frecuencia, complementándolos con espacios en renta por hora o por día para el trabajo en equipo (*co-working*).
- El reciclado de edificios y casas habitación existentes en unidades más pequeñas es una alternativa que ya está sucediendo en ubicaciones deseables de las magalópolis con costos de vida más altos como Nueva York, Los Ángeles, Londres o París y se extenderá a otras ciudades. Estas divisiones pueden operar como “*co-living*” es decir espacios privados de uso individual (recámaras) y el resto como áreas comunes de socialización como cocina y huerto urbano; e incluso “*micro-living*” donde el espacio privado es solamente una cama y un escritorio en un dormitorio compartido.
- En todos estos esquemas para adultos jóvenes desaparecerán las áreas de estacionamiento de autos, siendo sustituidos por bicicletas, motocicletas y bicicletas eléctricas.
- Los adultos jóvenes requieren mobiliario y accesorios que les permitan trabajar en casa, posiblemente con la creación de ambientes virtuales o reales para la transmisión de imágenes y equipos con varias pantallas para la recepción de señales. El control del sonido y la iluminación son fundamentales para obtener transmisiones de calidad profesional.
- Considerando a los adultos mayores en los programas arquitectónicos, la accesibilidad desde la calle por rampas y elevadores es básica, así como el dimensionamiento de espacios para usar andaderas y sillas de ruedas. Dada la frecuente dependencia con los servicios médicos y personal auxi-





Figura 64 Desigualdad social en México, el barrio de Santa Fe.  
Miller Jhonny (2018). El otro "muro" de México; Impactante contraste entre barrios ricos y pobres, en imágenes [imagen de artículo periodístico]. RT en español. <https://actualidad.rt.com/actualidad/286440-mundos-distintos-profunda-desigualdad-mexico>

liar, se multiplicarán los edificios con usos mixtos de vivienda, salud, trabajo, recreación y abasto.

- Los ambientes para adultos mayores deben considerar espacios amplios para circulación, no tener obstáculos físicos o visuales, no presentar ningún desnivel, proveer barandales y agarraderas en las circulaciones, cuarto de baño y otras áreas que lo requieran. Los niveles de iluminación tienen que ser al menos 10% más altos que la norma y las temperaturas superiores en 1 o 2 grados a la zona de confort.
- Asimismo el aumento de la población de adultos mayores requerirá un cuidadoso control de temperatura, humedad, ventilación e iluminación y que los espacios se ajusten a sus necesidades físicas en forma simple, efectiva y eficiente.



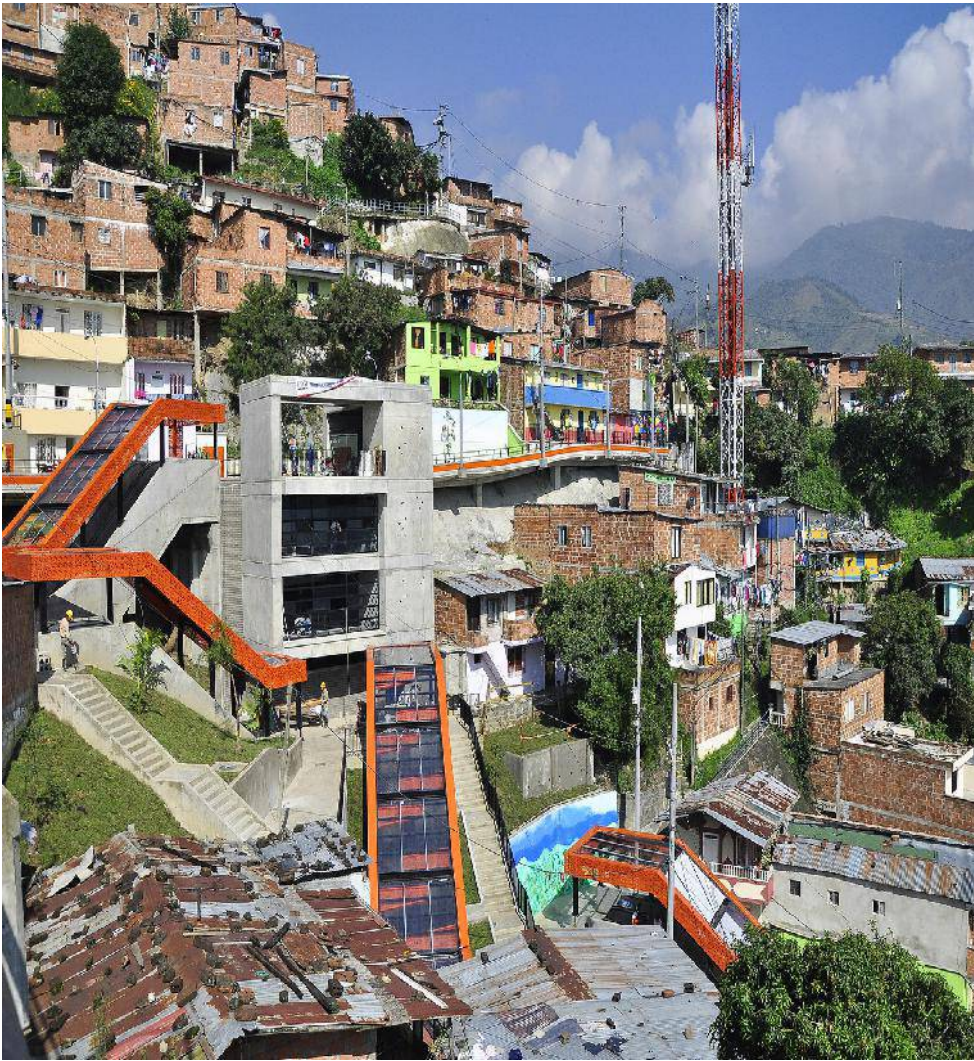


Figura 65 Metrocable en el barrio Las Independencias de Medellín. Embarq Brasil [Flickr CC] (2015). Gustavo Restrepo: El urbanismo puede acorralar al narcotráfico [imagen de artículo de arquitectura en línea]. ArchDaily. <https://www.archdaily.mx/mx/768182/gustavo-restrepo-el-urbanismo-puede-acorralar-al-narcotrafico>

## Bibliografía

- Admin (23 de noviembre 2013). En 2017, estudiantes del campo irán a clase en bicicleta. *Jeanoticias*. <https://jeanoticias.com/en-2017-estudiantes-del-campo-iran-a-clase-en-bicicleta>.
- ArchDaily (09 de junio de 2015). Gustavo Restrepo: El urbanismo puede acorralar al narcotráfico. *ArchDaily*. <https://www.archdaily.mx/mx/768182/gustavo-restrepo-el-urbanismo-puede-acorralar-al-narcotrafico>
- BAAQ' (s.f.). Proyecto Co-living. [https://www.baaq.net/proyectos/proyecto\\_co-living/proyecto\\_co-living.html](https://www.baaq.net/proyectos/proyecto_co-living/proyecto_co-living.html)
- Banco Mundial (2020). Índice de Gini-México. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI?end=2018&locations=MX&start=1989&type=shaded&view=map>
- BANXICO (2021). Ingresos por remesas 2021. En: <https://www.banxico.org.mx/SielInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CE81&sector=1&locale=es>
- Castillo, J. (2014). Mexico City: a city of outsides. area 108. <https://www.area-arch.it/mexico-city-a-city-of-outsides/>
- Contra réplica (12 de agosto de 2019). Telemedicina, la nueva forma de “acudir” con el médico. *Diario Contra Réplica*. <https://www.contrareplica.mx/nota-Telemedicina-la-nueva-forma-de-acudir-con-el-medico201912830>
- Domenech, JM. (2019). Young Adults in the 21st. century, a different approach to life? Caixa Bank Research. Barcelona, España en <https://www.caixabankresearch.com/en/young-adults-21st-century-different-approach-life>
- El confidencial (04 de junio de 2020). Estudian cómo actúa la memoria en los ancianos para poder detectar el alzhéimer. *El confidencial*. [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2020-06-04/como-actua-memoria-anciano-detectar-alzheimer\\_2624552/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2020-06-04/como-actua-memoria-anciano-detectar-alzheimer_2624552/)
- ELLE DECOR (s.f.). Nuevos estilos. <http://nuevo-estilo.micasarevista.com/casas-lujo/mini-apartamento-tipo-loft/el-comedor>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, (2020). Casi 385 millones de niños viven en situación de pobreza extrema, según un estudio conjunto de UNICEF y el Grupo del Banco Mundial. UNICEF.
- Fundación BBVA-CONAPO (2020). Anuario de migración y remesas.





Figura 66 Proyecto Co-Living en la ciudad de México  
Quiñones, Alfonso (2019) Proyecto Co-Living [imagen de internet]. BAAQ' arquitectura y desarrollo.  
[https://www.baaq.net/proyectos/proyecto\\_co-living/proyecto\\_co-living.html](https://www.baaq.net/proyectos/proyecto_co-living/proyecto_co-living.html)



- García (14 de octubre de 2019). Caravanas, un año del fenómeno que cambió el rostro de la emigración en Centroamérica. El País. [https://elpais.com/internacional/2019/10/12/mexico/1570842692\\_169101.html](https://elpais.com/internacional/2019/10/12/mexico/1570842692_169101.html)
- Greenham, J. (05 de diciembre de 2017). Co-living, la nueva tendencia social y laboral. Entrepreneur. <https://www.entrepreneur.com/article/305513> <https://www.milenio.com/espectaculos/mexico-lindo-querido-fiesta-siguio-siguio> <https://www.unicef.es/prensa/casi-385-millones-de-ninos-viven-en-situacion-de-pobreza-extrema-segun-un-estudio-conjunto>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). Nacimientos en México por año. <https://www.inegi.org.mx/temas/natalidad/>
- International Organization for Migration (2019). World Migration Report 2020. Suiza. [www.iom.int](http://www.iom.int) OMNIA (s.f.). Más de la mitad de los niños mexicanos usan equipos tecnológicos. Omnia. <http://www.omnia.com.mx/noticia/24241/mas-de-la-mitad-de-ninos-mexicanos-usan-equipos-tecnologicos>
- Organización de las Naciones Unidas, Department of Economical and Social Affairs, population division, (2019). World population prospects: 10 key findings
- Organización de las Naciones Unidas (2020). Uno de cada seis niños vive en la pobreza extrema y la cifra aumentaría con la pandemia COVID-1. ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/10/1482662>
- Our World in Data (2020). Expectativa de vida del año 1770 a 2018. <https://ourworldindata.org/life-expectancy>
- Our World in Data (2020). Tamaño de la población mundial durante los últimos 12,000 años. <https://ourworldindata.org/world-population-growth>
- Pizarro, V. (05 de mayo de 2020). Los pobres en México viven con 101 pesos al día. <https://www.contrareplica.mx/nota-Telemedicina-la-nueva-forma-de-acudir-con-el-medico201912830>
- Roser, M., Ritchie, H., Ortiz-Ospina R. (2019) World Population Growth
- TECHBIT (14 de marzo de 2017). ¿Cuáles son las necesidades de los millennials en México?. El Universal. <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/tech-bit/2017/03/14/cuales-son-las-necesidades-de-los-millennials-en-mexico>
- United Nations (2018). Department of Economical and Social Affairs. 2018 Revision of World Urbanization Prospects. <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- Vandivere et al. (2006) How Housing Affects Child Well Being. Ed Founders Network for Smart Growth and Livable Communities. Coral Gables, FL, USA.



Figura 67 Apartamento pequeño tipo loft. Huibers Ewout (2016) Un apartamento con mucho diseño en 25 metros cuadrados [imagen de internet]. Elle Decor <https://www.elledecor.com/es/casas/g34642830/apartamento-pequeno-ideas-aprovechar-espacio/>

World Bank (2020). Pirámide de edades de la población en México y España, 2020.  
[https:// www.worldlifeexpectancy.com/es/](https://www.worldlifeexpectancy.com/es/)  
World Urbanization Prospects (2014). World Urbanization Prospects The 2014  
Revision. United Nations, New York



Figura 68 Desigualdad de ingresos en el mundo en 2018 de acuerdo al índice de Gini  
Banco Mundial 2020

BM (sf). Índice de Gini – México [gráfico en internet]. Banco Mundial (BM). <https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI?end=2018&locations=MX&start=1989&type=shaded&view=map>



Figura 69. Pareja sentada navegando en internet en laptop en la sala.

Ayrton Andres (2021). Cheerful African American couple sitting on sofa and surfing laptop in living room [fotografía de internet]. Pexels. <https://www.pexels.com/photo/cheerful-african-american-couple-sitting-on-sofa-and-surfing-laptop-in-living-room-6578804/>

## CAPÍTULO 3

# ENERGÍA

1. La sustentabilidad de las edificaciones y el ahorro de la energía empieza con un buen diseño, que considere sistemas pasivos y que con ello disminuya la demanda de energía.
2. Las edificaciones y la ciudad funcionan como un sistema, por eso, las acciones no pueden ser aisladas y considerarse como elementos independientes. Los conceptos de sustentabilidad deben aplicarse desde el diseño de los espacios urbanos hasta el nivel arquitectónico.
3. La energía es el motor del desarrollo y de la sostenibilidad, pero se requiere hacer un uso eficiente de ella, empezando por la disminución de su demanda y, posteriormente, con la utilización de sistemas de alta eficiencia energética.
4. La sustentabilidad debe aplicarse de igual forma en las áreas rurales; es importante reducir la desigualdad energética y proporcionar una distribución equitativa de energía limpia y segura para todos.
5. Es urgente impulsar el uso de energías limpias a través de las fuentes renovables de energía; esto puede lograrse a nivel regional, urbano y local o en sitio. La generación en sitio tiene muchos beneficios económicos ya que se reducen o eliminan las pérdidas en los sistemas de distribución.



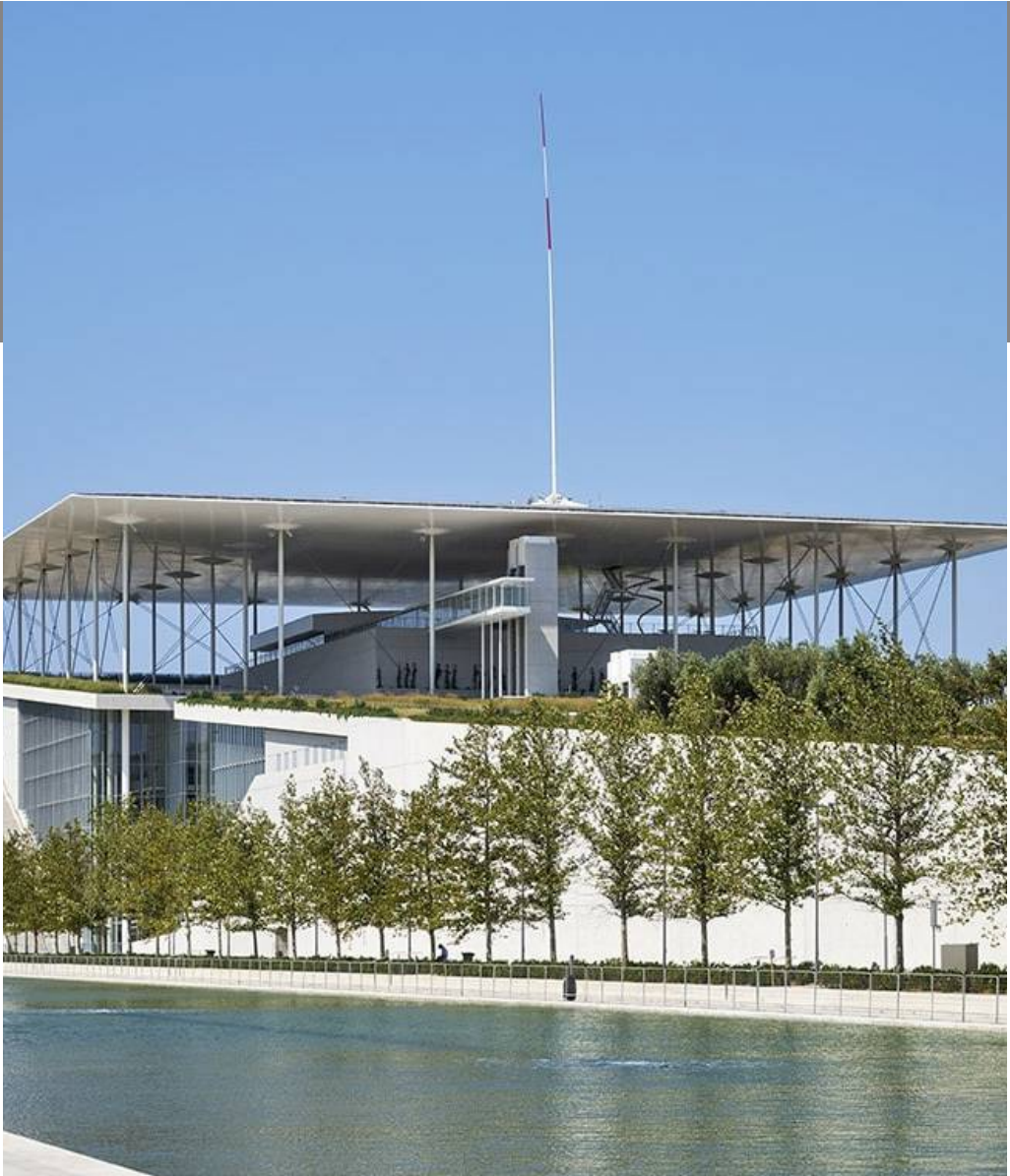


Figura 70 Stavros Niarchos Foundation Cultural Centre  
Renzo Piano Building Workshop (2016) Stavros Niarchos Foundation Cultural Centre [Imagen de internet].  
Depadova.  
<https://www.depadova.com/project/stavros-niarchos-foundation-cultural-center/>

## LA ENERGÍA Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Existen muchos problemas y disparidades en el desarrollo de las sociedades en todo el mundo. Estos problemas son multifactoriales y tienen distintos orígenes y particularidades que son difíciles de enfrentar de manera aislada. Se tienen distintos índices, probados internacionalmente, que miden el nivel de desarrollo humano y social. Algunos de ellos son: el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), el Índice de Pobreza Energética (IPE), Índice de Huella Ecológica (IHE), etc. Estos índices tratan de mostrar algunas de las variables de esta problemática que todas las naciones enfrentan en la actualidad. Sin embargo, los problemas sociales han tenido serias repercusiones ambientales que están alterando drásticamente los ecosistemas y el balance de los flujos de energía a nivel planetario.

Debido a esto, la Organización de las Naciones Unidas adoptó en 2015 un conjunto de objetivos globales con el fin de erradicar la pobreza y proteger el planeta como parte de una “nueva agenda de desarrollo sostenible” (ONU, 2015).

Dentro de estos objetivos, el de la energía es clave, ya que es la base y motor del desarrollo y, por tanto, indispensable para el logro de muchos otros objetivos. De hecho, sin energía no puede haber progreso social, crecimiento económico ni sostenibilidad ambiental. La energía es indispensable para satisfacer las necesidades humanas básicas, impacta en la vida de las personas y las comunidades en todos los niveles.

“La energía es el hilo de oro que conecta el crecimiento económico, el aumento de la equidad social y un entorno que permite que el mundo prospere. El desarrollo no es posible sin energía, y el desarrollo sostenible no es posible sin energía sostenible”

Secretario General de la ONU Ban-Ki-moon (UNDP, 2016).

El punto 7 de los objetivos de sustentabilidad “Energía asequible y no contaminante” tiene como meta “garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”. (Ibid)

El programa para el desarrollo de las Naciones Unidas establece tres áreas de acción:



Figura 71 Objetivos del Desarrollo Sostenible ONU (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible [imagen de internet]. Organización de la Naciones Unidas (ONU). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>



Figura 72. Hombre instalando paneles solares Fring Gustavo (2020). Clima hombre construcción industria [fotografía de internet]. Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/clima-hombre-construccion-industria-4254168/>

“Acceso a la energía: Satisfacer las necesidades de energía eléctrica, térmica, y mecánica para los hogares, negocios pequeños y medios y a la comunidad en general, enfatizando el uso de la energía limpia para los pobres.

Eficiencia energética: Promover la eficiencia energética en todos los sectores, la creación de una fuerte demanda del mercado y crear incentivos para la inversión pública y privada.

Energía renovable: adoptar cada vez más tecnologías sustentables a partir de energía renovable con o sin conexión a la red de distribución pública, aumentar los servicios de distribución y reducir riesgos de inversión.” (Ibid)

A estos tres puntos hay que agregar uno previo y muy importante que es reducir la demanda de energía. Esto se puede lograr a través del diseño bioclimático, una edificación bien diseñada de acuerdo con los criterios y principios bioclimáticos demandará menos energía para su operación. Una vez reducida esta demanda, se puede proveer la energía necesaria usando tecnologías con alta eficiencia energética y suministrada por fuentes de energías renovables.

No es congruente diseñar casas y edificaciones que tengan un alto consumo energético y después pretender usar tecnologías limpias y renovables para satisfacer esta alta demanda. Lo primero es hacer una arquitectura que desde sus fundamentos y conceptos iniciales esté integrada y adecuada a las condicionantes que le impone su emplazamiento, ambiente y clima. Una arquitectura diseñada con principios bioclimáticos reduce de manera importante la demanda de energía.

### **La demanda de energía a nivel mundial**

De acuerdo con datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2019), la demanda global de energía primaria aumentó 2.3% en el 2018, siendo los tres países más demandantes, China, Estados Unidos e India. En el 2019, la región de Norteamérica consumió 32,384 TWh mientras que la región Asia Pacífico consumió 71,544 TWh, poco más del doble.





Figura73. Casa de madera gris marrón cerca de lago durante el día.  
Pixabay (2016). Brown Grey Wooden House Near Lake at Daytime [fotografía de internet]. Pexels.  
<https://www.pexels.com/photo/brown-grey-wooden-house-near-lake-at-daytime-158316/>



A nivel mundial, la Demanda Global de Energía primaria pasó de 10,037 Mtoe (millones de toneladas de petróleo equivalente<sup>1</sup>) en el año 2000 a 14,314 Mtoe en el 2018, es decir que en 18 años aumentó en 42%. La Agencia Internacional de Energía plantea tres escenarios para estimar la demanda a futuro (IEA, 2019).

- El primero es el escenario de políticas declaradas que refleja el impacto de las políticas existentes y las intenciones de políticas anunciadas hasta el 2018.
- El segundo escenario de desarrollo sustentable supone una importante transformación del sistema energético global, cumpliendo con los tres objetivos de desarrollo sustentable relacionados con la energía, en concordancia con los objetivos de la ONU y los acuerdos de París de limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> a 1.5 °C.
- El tercer escenario es el de políticas actuales en donde los gobiernos no realizan cambios en sus políticas y medidas existentes.

Bajo el primer escenario la demanda de energía aumentará en 3,409 Mtoe para el año 2040. Esta cantidad representa en 23.8% con respecto de la demanda del 2018. En el supuesto del segundo escenario la demanda en este mismo periodo decrecería en 7.8%, pero en el tercer escenario, en donde no se toma ninguna acción, la demanda crecería en un 34% para el 2040 (IEA,2019).

En la tabla también se puede observar que, a pesar del crecimiento de las energías renovables en los últimos años, la demanda global de combustibles fósiles se mantiene por arriba del 70% y únicamente con el segundo escenario de desarrollo sustentable se podría disminuir por debajo del 60% para el año 2040.

Bajo estos mismos escenarios se puede analizar el consumo final de la energía por sectores. En el caso de las edificaciones, en el año 2018 consumieron 3,101 Mtoe. Considerando el primer escenario de políticas ya establecidas, el consumo aumentaría en 21%, mientras que, si se considera el segundo escenario de desarrollo sustentable, el consumo de las edificaciones podría descender a 14.5%. También puede observarse que, en este escenario optimista, disminuye el consumo de petróleo, carbón y biomasa sólida (IEA,2019).

---

1 1 Mtoe = 11.63 TWh

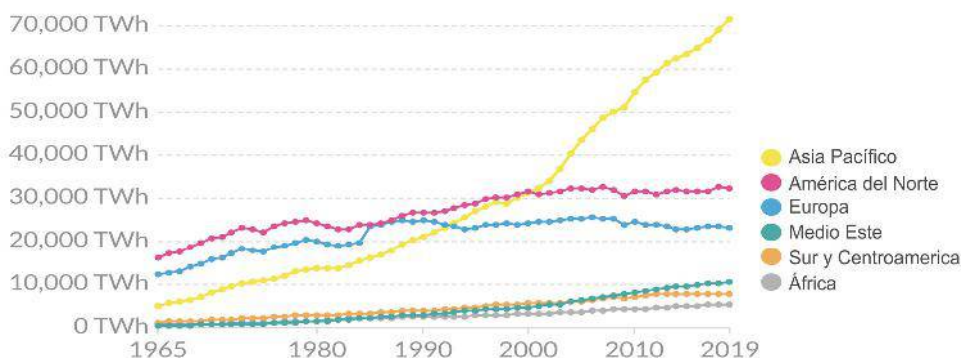


Figura 74 Consumo de energía primaria por regiones del mundo BP Statistical Review of World Energy (2019). Primary energy consumption by world region [gráfico en internet]. Our World in Data (OWD). <https://ourworldindata.org/grapher/primary-energy-consumption-by-region?time=1965..latest>

			Políticas declaradas		Desarrollo sustentable		Políticas actuales	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Carbón	2,317	3,821	3,848	3,779	2,430	1,470	4,154	4,479
Petróleo	3,664	4,501	4,872	4,921	3,995	3,041	5,174	5,626
Gas natural	2,083	3,273	3,889	4,445	3,513	3,162	4,070	4,847
Nuclear	675	709	801	906	895	1,149	811	937
Renovables	659	1,391	2,287	3,127	2,776	4,381	2,138	2,741
Hidroeléctrica	225	361	452	524	489	596	445	509
Bioenergía moderna	374	737	1,058	1,282	1,179	1,554	1,013	1,190
Otras	60	293	777	1,320	1,109	2,231	681	1,042
Biomasa sólida	638	620	613	546	140	75	613	546
<b>Total</b>	<b>10,037</b>	<b>14,314</b>	<b>16,311</b>	<b>17,723</b>	<b>13,750</b>	<b>13,279</b>	<b>16,960</b>	<b>19,177</b>
Participación de combustibles fósiles	80%	81%	77%	74%	72%	58%	79%	78%
Emissiones de CO2 (Gt)	23.1	33.2	34.9	35.6	25.2	15.8	37.4	41.3

Notas: Mtoe= millón de toneladas de petróleo equivalente; Gt= gigatonnes. Otros incluye viento, solar fotovoltaica, geotérmica, concentración de energía solar y marina. La biomasa sólida incluye su uso tradicional en fuegos de tres piedras y en estufas mejoradas.

Figura 75 Demanda de energía mundial por combustible y escenario IEA (2019). World Energy Outlook 2019 [tabla de publicación]. International Energy Agency (IEA) <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>

Es por esta razón que la reducción de la demanda es tan importante dentro de los esquemas y escenarios mundiales. El diseño arquitectónico puede tener un impacto muy significativo en los consumos de energía a futuro.

## LA ENERGÍA Y LA DESIGUALDAD

### Energía asequible y la carencia de energía

La energía es indispensable para satisfacer numerosas actividades humanas básicas y es primordial para el desarrollo y crecimiento económico y social de un país. La energía es requerida para la producción industrial, la producción agrícola, para el comercio, el transporte y en general para todos los servicios; La energía es necesaria para iluminar y climatizar los espacios, para cocinar y, de manera relevante, para el funcionamiento de las tecnologías de la comunicación e información (para la internet, las computadoras, telefonía móvil, etc.) y su vinculación con las actividades económicas crecientes como es el comercio en línea. A causa de la pandemia del COVID-19 nos hemos dado cuenta de la alta dependencia que tenemos de estos medios informáticos, por ejemplo, la educación a distancia, el trabajo en casa, la banca y servicios financieros, entretenimiento, conectividad familiar, e incluso servicios religiosos, etc.

Todo quedaría detenido sin energía, pero incluso, tener deficiencias energéticas pueden generar importantes consecuencias sociales y económicas.

A nivel mundial, 9 de cada 10 personas tiene acceso a la energía eléctrica. El acceso a este servicio paso del 83% en 2010 al 89% en el 2017, sin embargo, cerca de 840 millones de personas todavía carecen de este servicio, mayoritariamente personas que viven en zonas rurales (IEA, IRENA, UNSD, WB, WHO, 2019). En el 2017, 34 millones de personas obtuvieron acceso a servicios básicos de electricidad a través de tecnologías sin conexión a red, ya sea por energía solar, hidro-energía o biogas. Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2019) y el Balance Nacional de Energía 2018 (SENER, 2019), en México el 100% de la población tiene acceso a la energía eléctrica.

De acuerdo con el Informe de la ONU de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2019), tres mil millones de personas siguen cocinando con combustibles y tecnologías contaminantes, esto quiere decir que para cocinar utilizan leña, carbón (vegetal o mineral), residuos agrícolas, estiércol o queroseno. Esto significa que más de un tercio de la población mundial utiliza biomasa sólida como combustible

	2000	2018	Políticas declaradas		Desarrollo sustentable		Cambio 2018-2040	
			2030	2040	2030	2040	STEPS	SDS
Industria	1,881	2,898	3,460	3,839	2,949	2,904	940	5
Transporte	1,958	2,863	3,327	3,606	2,956	2,615	742	-249
Edificación	2,446	3,101	3,455	3,758	2,735	2,709	657	-391
Otro	758	1,092	1,365	1,470	1,264	1,272	378	180
De los cuales: materia prima	433	549	743	825	681	707	277	158
Electricidad	1,092	1,915	2,503	3,061	2,349	2,902	1,146	988
Calefacción urbana	248	296	313	312	264	224	16	-72
Hidrógeno*	0	0	1	2	6	65	2	65
Uso directo de energías renovables	272	482	696	876	887	1,142	395	660
De los cuales:	263	430	592	718	729	873	288	443
Bioenergía moderna								
Gas natural	1,127.0	1,615.0	2,032.0	2,360.0	1,816.0	1,719.0	746.0	105.0
Petróleo	3,124	4,063	4,469	4,561	3,695	2,838	518	-1,205
Carbón	542	984	979	954	746	533	-29	-451
Biomasa sólida	638	620	613	546	140	75	274	-545
<b>Total</b>	<b>7,043</b>	<b>9,954</b>	<b>11,607</b>	<b>12,672</b>	<b>9,904</b>	<b>9,500</b>	<b>2,718</b>	<b>-455</b>

\* incluye sólo hidrógeno utilizado como combustible y producido a partir de instalaciones dedicadas a la producción de hidrógeno

Notas: STEPS=Escenario de Políticas Declaradas; SDS=Escenario de Desarrollo Sustentable. La biomasa sólida incluye su uso tradicional en fuegos de tres piedras y en estufas mejoradas.

Figura 76 Consumo final de energía por sector, combustible y escenario IEA (2019). World Energy Outlook 2019 [tabla de reporte]. International Energy Agency (IEA) <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>



Figura 77. Hombre cargando leña. Tanwar Abhishek (2020). Carretera paisaje naturaleza cielo [fotografía de internet]. Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/carretera-paisaje-naturaleza-cielo-4515287/>

primario para cocinar, con riesgos importantes para su salud. Alrededor de 120 millones de personas utilizan queroseno y 170 millones usan carbón.

En México, la producción de biomasa con respecto a la producción total de energía, representa el 5.7%. Esta biomasa integrada por bagazo de caña y leña pasó de 367.18 PJ en 2017 a 371.01 PJ en 2018, es decir que la producción de biomasa aumentó. Por otro lado, el consumo de leña a nivel residencial disminuyó ligeramente e 2017 a 2018, sin embargo, prácticamente la tercera parte de la energía consumida en México es por leña (32.75%) (SENER, 2019).

### **Pobreza energética**

La pobreza energética puede ser definida como “La ausencia de opciones suficientes para acceder a servicios energéticos adecuados, asequibles, confiables, de alta calidad, seguros y ambientalmente favorables para apoyar el desarrollo económico y humano” (UNDP, 2007) es decir que la energía disponible es insuficiente para satisfacer ciertas necesidades básicas. Esta carencia se traduce en problemas de salud y productividad para las personas que están en estas condiciones.

El índice de desarrollo humano de México es de 0.77, pero desciende a 0.59 al considerar el coeficiente de desigualdad humana (UNDP, 2019). La medida de pobreza multidimensional en 2018 fue de 3.3 % de la población, sin embargo, este porcentaje puede aumentar drásticamente en 2020.

“Se espera una contracción significativa de la economía a partir del 2020 como resultado de la pandemia global de COVID-19. La desaceleración de la actividad económica conducirá a un aumento de la pobreza monetaria. Se espera que el empleo disminuya en el sector formal, obligando a muchos a la inactividad o informalidad. Al mismo tiempo, es probable que los ingresos laborales en el sector informal también disminuyan debido al distanciamiento social. La capacidad limitada de salud pública podría traducirse en aumentos en los gastos de salud de bolsillo para los hogares afectados por COVID-19. El gobierno ha anunciado hasta ahora una respuesta limitada, que incluye un pago por adelantado, un aumento en las pensiones sociales de vejez y un aumento en préstamos de microcrédito” (WB, 2020).





Figura 78. Mujer cocinando sentada cerca de sus hijos.

Vinh Nguyen Quang (2020). Photo of Woman Cooking While Sitting Near Her Children [fotografía de internet]. Pexels.

<https://www.pexels.com/photo/photo-of-woman-cooking-while-sitting-near-her-children-4119951/>

## Energía segura

Cerca del 39% de la población mundial cocina de manera ineficiente y peligrosa con combustibles y tecnologías que producen altos niveles de contaminación en el aire. Respirar este aire contaminado en las habitaciones es la causa de millones de muertes debidas a enfermedades del corazón, enfermedades pulmonares y cáncer. La Organización Mundial de la Salud registró en el 2016, 3.8 millones de muertes atribuidas al aire contaminado en los hogares cada año y el 7.7% de la mortalidad global es por esta causa. El 50% de las muertes por neumonía en niños debajo de 5 años se debe también al aire contaminado en los hogares principalmente debido a las partículas de hollín que penetran en los pulmones. Pero también tiene otros impactos en enfermedades y discapacidades como pueden ser nacimientos de niños muertos, bajo peso al nacer, tuberculosis, asma, infecciones en el oído y vías respiratorias superiores, cánceres nasofaríngeos y laríngeos, y cáncer cervicouterino en las madres, entre otros (WHO, 2016).

Por otro lado, en las zonas rurales es en donde más se carece de energía eléctrica, principalmente por la falta de redes de distribución. Debe tomarse en cuenta que, en estas zonas, son las mujeres y los niños los más expuestos al aire contaminado en el hogar, ya que estadísticamente son quienes más cocinan y recolectan los combustibles necesarios (leña, residuos agrícolas, etc) y el agua. Es por esto por lo que las mujeres y los niños son los más vulnerables (WHO, 2016).

Es indispensable proveer de energías limpias en los hogares de las zonas rurales. Esto es factible con la utilización de fuentes renovables de energía. Aunque la situación es distinta, también existen muchas casas en las periferias de las grandes urbes carentes de electricidad.

## México Desigualdad energética

Definitivamente existe una gran desigualdad en el uso de la energía en el mundo. Los países desarrollados consumen mucha más energía que los países en desarrollo.

Como se aprecia en la figura 81, Estados Unidos consumió 13,375 kWh por persona en el año 2019, mientras que México consumió 2,853 kWh, y en India 1,141 kWh. Se puede apreciar una gran disparidad en el uso de los recursos energéticos. El consumo de energía y el desarrollo están íntimamente ligados, pero

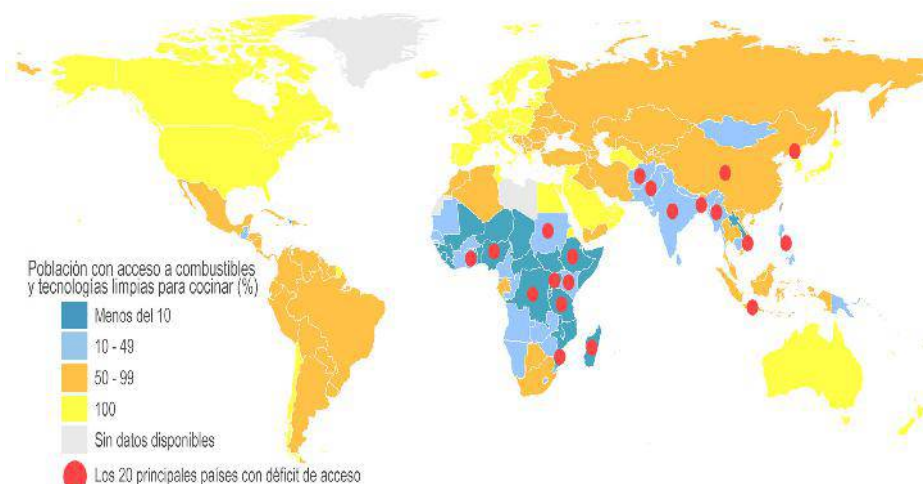


Figura 79 Mapa mundial de tasas de acceso a la combustibles y tecnologías limpias. WHO (2019). The energy progress report chapter 2 Access to clean fuels and technologies for cooking p.43 [imagen de publicación]. World Health Organization (WHO). [https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/chapter\\_2\\_access\\_to\\_clean\\_fuels\\_and\\_technologies\\_for\\_cooking.pdf](https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/chapter_2_access_to_clean_fuels_and_technologies_for_cooking.pdf)



Figura 80 Mapa de México con la distribución porcentual de viviendas particulares habitadas por tipos de combustible  
INEGI (2018). Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas particulares (ENCEVI 2018) p.13 [imagen de publicación]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>

también hay condicionantes climáticas adversas que intervienen en el consumo de energía, por ejemplo, los países que más consumo de electricidad tienen son Islandia con 57,872 kWh y Noruega con 25,066 kWh (OWD, 2019).

El Índice de desarrollo humano también está relacionado directamente con el consumo de electricidad. Como se aprecia en la figura 82 los países desarrollados tienen consumos superiores a 4,500 kWh per cápita, mientras que el índice de desarrollo humano se considera superior a 0.8.

De los países de América Latina, Cuba tiene un bajo consumo de energía y Chile un consumo medio, sin embargo, tienen un índice de desarrollo humano alto. Esto muestra que si es posible tener altos índices de desarrollo con bajos consumos de energía. Por otro lado, Canadá y Finlandia tienen un alto consumo de electricidad debido a sus condiciones climáticas y requerimientos de calefacción, y un alto índice de desarrollo. México se encuentra con consumos e índice de desarrollo humano medio si no se considera el coeficiente de desigualdades; si este coeficiente fuera considerado, el índice de desarrollo humano sería bajo (CGD, 2015).

## Energías renovables

Pero para lograr un desarrollo sustentable se requiere de energía sustentable. De hecho, la participación de la energía renovable en el consumo total de energía es el principal indicador que se utiliza para evaluar el progreso hacia el objetivo de Desarrollo Sostenible.

En 2019 las energías renovables representaron el 11% del consumo total de energía a nivel mundial. Este porcentaje incluye la energía solar, eólica, otras energías renovables, biocombustibles tradicionales y la hidroenergía. La participación desglosada de estas energías renovables se puede ver en la figura 83.

En la generación de energía renovable, se observa que la generación hidroeléctrica es la principal fuente de energía, mientras que la energía solar es la que tiene menor aportación. En la serie de gráficas 86 a 91 se muestra la generación de energía y capacidad instalada de varias energías renovables de manera comparativa entre varios países.

De acuerdo con el Balance Nacional de Energía 2018 (SENER, 2019), en México se produjeron 116.95 PJ de hidroenergía, 113.18 PJ de geoenergía, 23.98 PJ de energía solar, 47.12 PJ de energía eólica, 2.84 PJ de biogas.

Si bien el conjunto de las energías renovables aportó el 10.41% de energía primaria, el potencial de generación es muy grande. El 17 de enero del 2020 se pre-

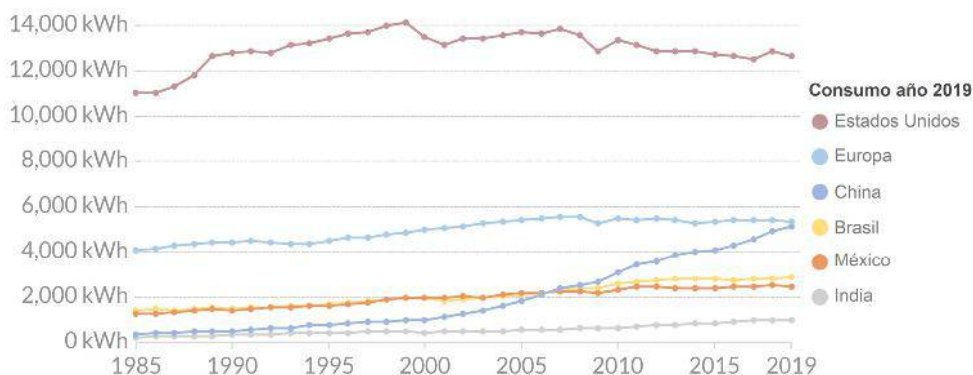


Figura 81 Consumo de electricidad per cápita  
Our World in Data (2021). Per capita electricity consumption [gráfico en internet]. [https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-electricity-consumption?tab=chart&time=earliest..latest&country=AUS~Africa~Europe~North%20America~OWID\\_WRL~MEX~USA](https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-electricity-consumption?tab=chart&time=earliest..latest&country=AUS~Africa~Europe~North%20America~OWID_WRL~MEX~USA)

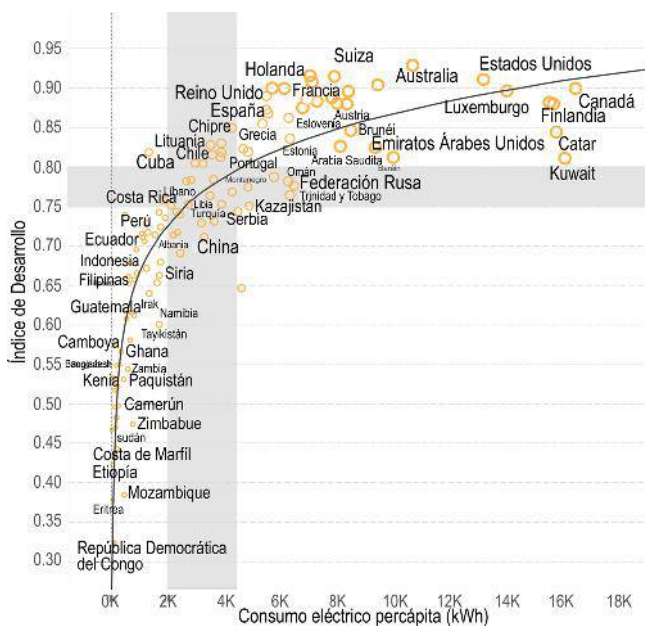


Figura 82 Consumo de electricidad per cápita contra índice de desarrollo humano  
Moss, Todd (2015). Here's a better way the SDGs Can #LightTheWay to End Poverty [gráfico en internet]. Center for Global Development.  
<https://www.cgdev.org/blog/here%E2%80%99s-better-way-sdgs-can-lighttheway-end-poverty>



sentó la Estrategia de Transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios (SENER, 2020) con el fin de aumentar la generación de energía eléctrica con energías limpias y renovables y cumplir con los compromisos en relación con el cambio climático y la reducción de emisiones. Dentro de sus metas se establece una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica de 25% para el año 2018, del 30% para el 2021 y del 35% para el 2024.

El Centro Nacional de Control de Energía reporta que en 2018 la producción neta de energía eléctrica fue de 317,278 GWh de los cuales el 16.7% fue de participación de energías renovables (incluyendo la producción hidroeléctrica). La aportación de la energía eólica fue de tan solo de 3.9% y la fotovoltaica apenas de 0.7%. En el documento se reporta el 23.2% de energías limpias porque se incluye la cogeneración eficiente y la energía nuclear.

Si bien en los últimos años se venía ampliando la participación de energía eólica en el país, en mayo del año 2020, se emitió el “Acuerdo por el que se emite la Política de Confiabilidad, Seguridad, Continuidad y Calidad en el Sistema Eléctrico Nacional” (SENER, 2020). En este nuevo acuerdo el gobierno establece que “El suministro eléctrico es un servicio de interés público y que las actividades de generación, transmisión, distribución, comercialización y el control operativo del Sistema Eléctrico Nacional son de utilidad pública y se sujetarán a obligaciones de servicio público universal en términos de la ley de la Industria Eléctrica”. De esta forma, el Estado toma control de manera monopólica de toda la actividad de generación de energía eléctrica. Se establece que la Secretaría de Energía promoverá la generación eléctrica proveniente de fuentes de Energías Limpias y que promoverá el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de generación y aprovechamiento de Energías Limpias, pero a través de la SENER. Se detiene toda contratación de inversionistas privados en materia energética. Muchos empresarios se están amparando, argumentando el monopolio y condiciones inequitativas de competencia.

Con la construcción de la refinería de “Dos Bocas” en Tabasco, el Gobierno apuesta a impulsar la producción y consumo de energías a partir del petróleo, frenando la transición al uso de energías renovables, lo cual marca un retroceso respecto a la tendencia a nivel mundial de impulso de estas energías limpias para cumplir con los objetivos de desarrollo sustentable y reducción de CO<sub>2</sub>.

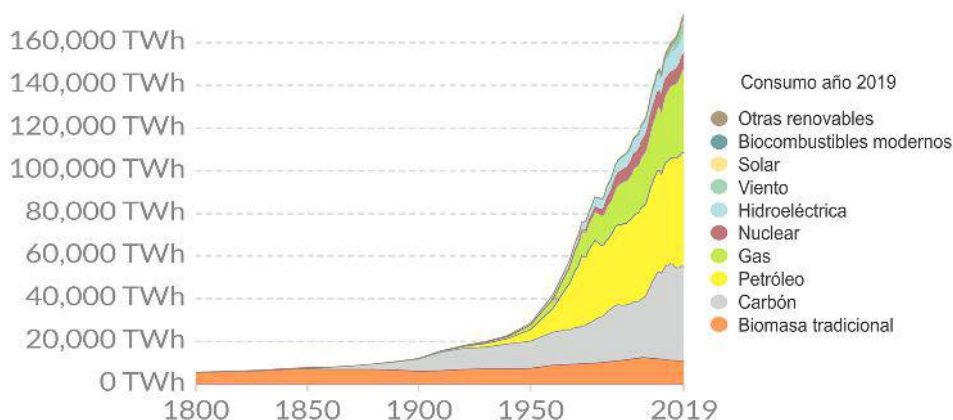


Figura 83 Consumo global de energía primaria  
 Vaclav Smil (2017) & BP Statistical Review of World Energy (sf). Global primary energy consumption by source [gráfico en internet]. Our World in Data (OWD). <https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-substitution>

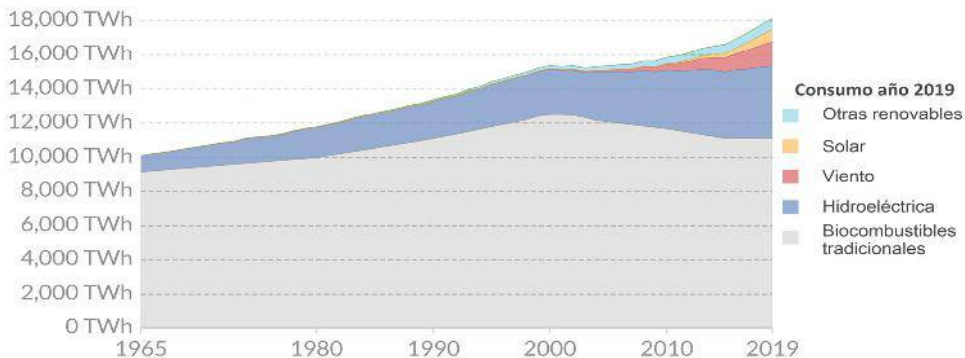


Figura 84 Consumo global de energía renovable 1965-2019  
 Vaclav Smil (2017) & BP Statistical Review of World Energy (2020). Renewable energy consumption, World [gráfico en internet]. Our World in Data (OWD). <https://ourworldindata.org/grapher/renewable-energy-consumption?time=earliest..latest>

## La energía y los edificios

A nivel mundial la participación de consumo final de electricidad en el sector residencial representó el 26.9% en 2018 (IEA, 2018). Dentro de los indicadores de eficiencia energética el uso final más elevado en el sector residencial es para la calefacción de los espacios.

En México, el consumo de energía del sector residencial corresponde al 14.36%. Exclusivamente la energía eléctrica en el sector residencial corresponde al 4.3%, prácticamente la tercera parte de la energía consumida por este sector. Esto representa más de seis veces menos del consumo a nivel mundial. Considerando también el consumo comercial y público la participación en energía aumenta al 18.1% y el consumo eléctrico a 6.53% (SENER, 2019).

## Energía Net Zero

El concepto de Energía Net Zero surgió en la Unión Europea ante los problemas de alta dependencia del petróleo y energía que se dan en los países de la comunidad europea. El acceso a la energía y el consumo crea muchas disparidades entre todos los países. Muchos hogares en Europa no cuentan con la energía suficiente para satisfacer todos sus requerimientos. La Unión Europea conformó un observatorio denominado “Energy Poverty Observatorio” (EPO, 2020), es decir, un observatorio de la pobreza energética.

“El hecho de contar con una adecuada calefacción, enfriamiento, iluminación y la energía necesaria para los equipos y electrodomésticos son necesarios para garantizar un nivel de vida digno y la salud de los ciudadanos... Los hogares pobres en energía no experimentan niveles adecuados de estos servicios energéticos esenciales, debido a una combinación de altos gastos energéticos, bajos ingresos familiares, edificios y electrodomésticos ineficientes y necesidades específicas del hogar. Se estima que más de 50 millones de hogares en la Unión Europea están experimentando pobreza energética.” (Ídem)

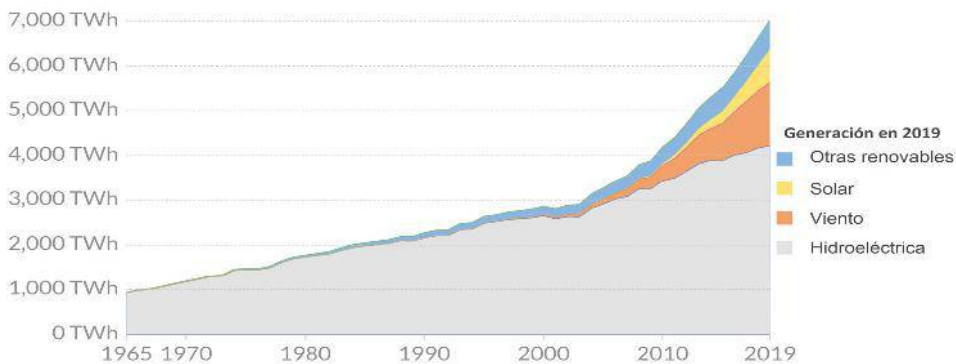


Figura 85 Generación de energía renovable 1965-2019  
 BP Statistical Review of World Energy (sf). Renewable energy generation, World [gráfico en internet].  
 Our World in Data (OWD).  
<https://ourworldindata.org/grapher/modern-renewable-energy-consumption>

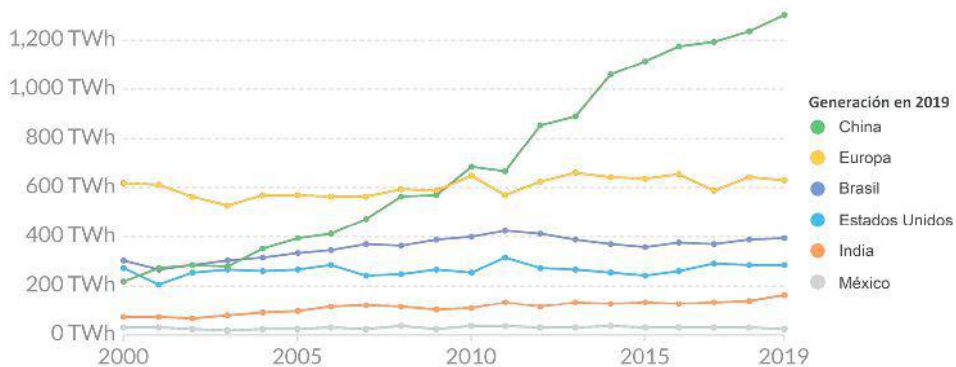


Figura 86 Generación por hidroenergía  
 Our World in Data (2021). Hydropower generation [gráfico en internet]. <https://ourworldindata.org/grapher/hydropower-consumption?tab=chart&time=2000..latest&country=CHN~Europa~BRA~USA~IND~MEX>

Todos estos problemas de dependencia, disparidad en energía y de pobreza energética hicieron que la Unión Europea, a través de la Comisión Europea de Energía, implementara en 2010 la Directiva de Eficiencia Energética en Edificaciones (EPBD) con el objetivo de edificaciones con energía casi nula (nZEB) que establece que para el 31 de diciembre del 2018 todos los edificios públicos deben ser hacer uso de energía casi nula; para el 2020 todo edificio nuevo en Europa debe ser diseñado y construido bajo los principios de energía casi nula. Pero no solo la directiva se refiere a los edificios nuevos sino también a los existentes (EC, 2015).

“En Europa, las edificaciones son responsables de aproximadamente el 40% de la energía consumida y del 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cerca del 35% de los edificios en la Unión Europa tienen más de 50 años y casi el 75% de los edificios son energéticamente ineficientes. Tan solo entre 0.4 y 1.2% (dependiendo del país) de los edificios es renovado cada año. Por lo tanto, la renovación de más edificios existentes tiene potencial para obtener ahorros de energía significativos [...]” (EC, 2018).

“El 40 % del consumo total de energía en la Unión Europea corresponde a los edificios. El sector se encuentra en fase de expansión, lo que hará aumentar el consumo de energía. Por ello, la reducción del consumo de energía y el uso de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la edificación constituyen una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión y las emisiones de gases de efecto invernadero.” (EC, 2015).

Un edificio de energía casi nula (nZEB – *nearly Zero Energy Buildings*) es un edificio que tiene un alto desempeño energético y la energía casi nula o la poca energía requerida debe cubrirse en gran medida con fuentes renovables de energía producidas en el sitio o cercanos a él. Las edificaciones de energía casi nula o nula (ZEB) se basan en tres ejes principales: La eficiencia energética de las edificaciones, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la utilización de sistemas de energías renovables.

Otro concepto es el de edificios con energía neta cero (*netZEB - net Zero Energy Buildings*). Estos edificios pueden estar interconectados a la red de distribución



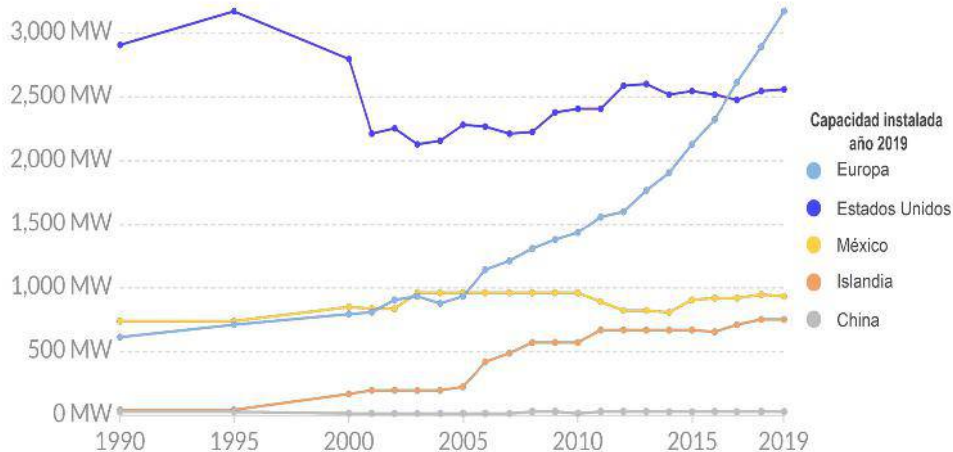


Figura 87 Capacidad instalada de generación geotérmica 1990-2019

BP Statistical Review of World Energy (2020). Installed geothermal energy capacity [gráfico en internet]. Our World in Data (OWD). <https://ourworldindata.org/grapher/installed-geothermal-capacity?tab=chart&time=1990..latest&country=USA%7EISL%7EEurope%7EMEX%7ECHN>

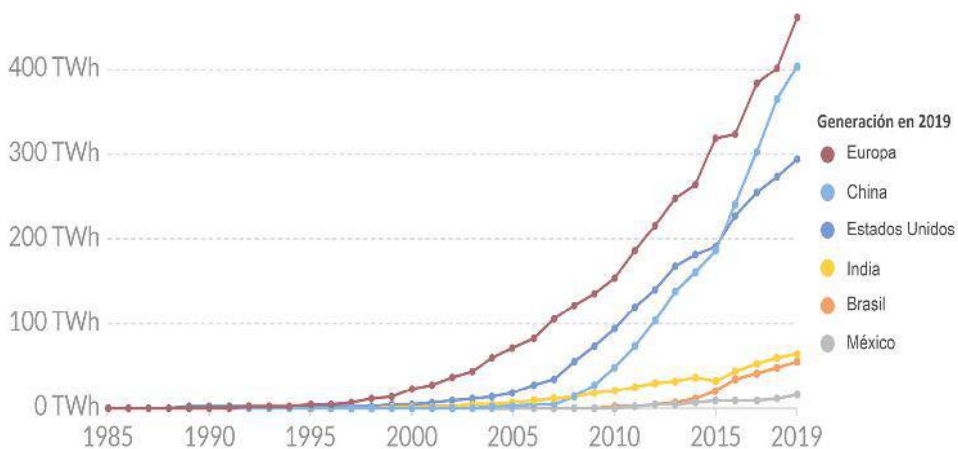


Figura 88 Generación por energía eólica 1990-2019

Our World in Data (2021). Wind power generation [gráfico en internet]. <https://ourworldindata.org/grapher/wind-generation?tab=chart&time=1965..latest&country=BRA~CHN~Europe~IND~MEX~USA>

eléctrica local, pero con la utilización de sistemas de energías renovables tienen un balance neto cero el uso de energía.

Los edificios de energía cero (*ZEB- Zero Energy Buildings*) están teniendo auge en todo el mundo, no solo en Europa. Cada vez más se tiende a edificaciones ambiental y energéticamente conscientes. No se trata únicamente de cubrir un listado de certificación sustentable, realmente se trata de un diseño de una edificación que ofrece condiciones de confort a sus habitantes, que demanda mucho menos energía y utiliza ecotecnologías para la generación de su propia energía en sitio, y al mismo tiempo se integran a su entorno afectándolo lo menos posible. Lo importante en el tema de arquitectura y energía es que la solución para llegar a la sustentabilidad no es solamente tecnológica, sino fundamentalmente es un problema de diseño. Como ya se ha mencionado es a través del diseño que se pueden crear espacios saludables y confortables que demanden poca energía para su operación.

En el congreso mundial de la Unión Internacional de Arquitectos 2009 se emitió la declaratoria imperativa 2050 (UIA, 2009). En esta declaratoria se reconoce la responsabilidad de los arquitectos en “la planeación, diseño de entornos construidos sostenibles, resilientes, neutrales en emisiones de carbono y saludables que protejan y mejoren los recursos naturales y los hábitats de vida silvestre, proporcionen aire y agua limpios, generar energía renovable en sitio y avanzar en edificios más habitables y comunidades”.

Entre los principios de la declaratoria, están que “La sustentabilidad a través del diseño optimiza la eficiencia a través del diseño. Las energías renovables, las tecnologías ambientales y de alta eficiencia están integradas a la más grande esfera de acción práctica en la concepción del proyecto. La sustentabilidad a través del diseño empieza en las primeras etapas de un proyecto y requiere el compromiso de todos los interesados [...]” (UIA,2009).

La tecnología en la edificación definitivamente es un recurso muy bueno que se debe aprovechar, pero por sí mismo no es una solución si no está sustentada en conceptos de diseño bioclimático y sustentable.

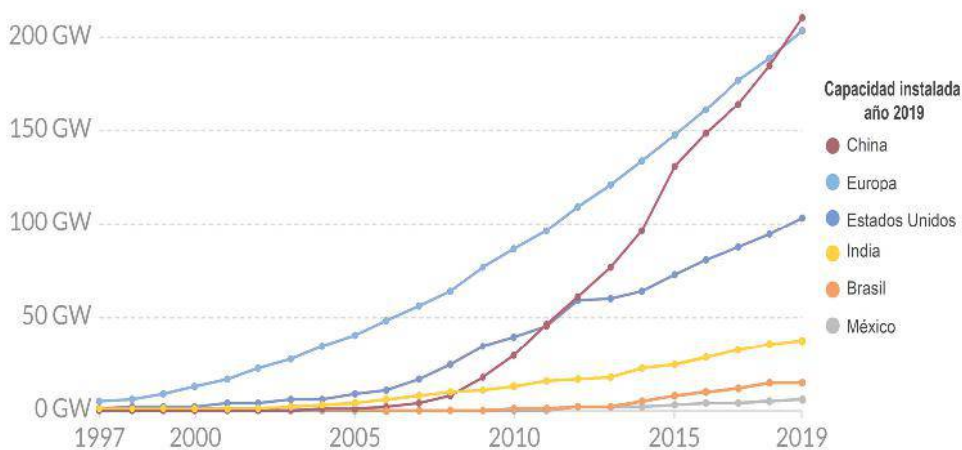


Figura 89 Capacidad instalada de energía eólica 1997-2019  
 BP Statistical Review of World Energy (2020). Installed wind energy, capacity [gráfico en internet]. Our World in Data (OWD). <https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-installed-wind-energy-capacity-gigawatts?time=1997..latest&country=CHN~Europe~USA~IND~BRA~MEX>

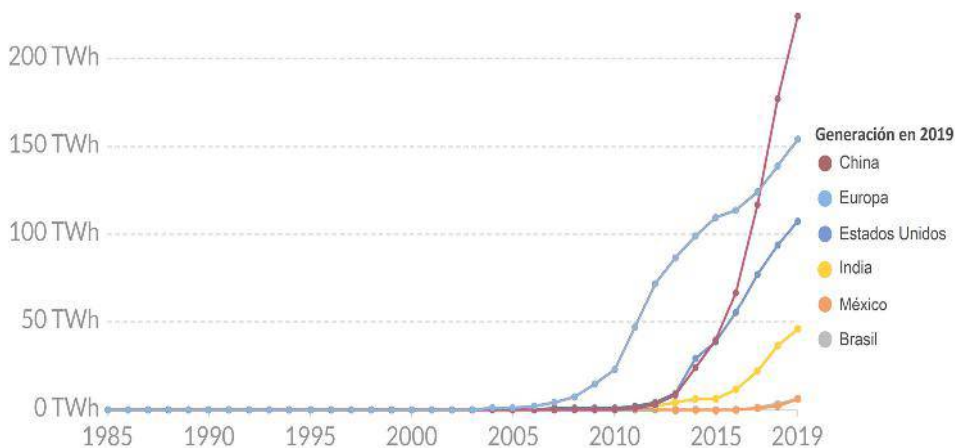


Figura 90 Generación de energía solar 200-2019  
 Our World in Data (2021). Solar power generation [gráfico en internet]. <https://ourworldindata.org/grapher/solar-energy-consumption?tab=chart&stackMode=absolute&time=1965..latest&country=CHN~Europe~USA~IND~MEX~BRA&region=World>

## RETOS Y OPORTUNIDADES

### GEODISEÑO

- Es importante procurar que la generación de energía se dé a nivel regional a través de sistemas de energías renovables.
- Debe haber energía limpia y sustentable disponible para el desarrollo de todas las actividades humanas.
- Dotar de energía limpia a todos los hogares, principalmente en las zonas rurales y periurbanas, para reducir la desigualdad y pobreza energética.
- Existe una relación directa entre el consumo de electricidad y el índice de desarrollo humano. Sin embargo, hay países que logran buenos índices de desarrollo humano con consumos bajos de energía.
- En las ciudades, reducir los consumos de energía utilizando sistemas de alumbrado público y bombeo de agua eficientes que empleen directamente energías limpias y renovables.
- La mitigación del efecto de islas de calor, por medio del diseño urbano y de exteriores, ayudará a reducir los consumos de energía en la climatización de los edificios.
- Promover sistemas de transporte eficientes seguros y sustentables, favoreciendo el transporte público, las ciclovías y la peatonalización de la ciudad.
- Articular la ciudad a través de sectores, colonias y barrios más autosuficientes que cuenten con sus propios servicios y equipamientos en cuanto a salud, educación, abasto, servicios administrativos y transporte, propiciando la movilidad peatonal. Estas acciones reducen significativamente los traslados de personas y mercancías, reduciendo así el consumo de energía para el transporte.

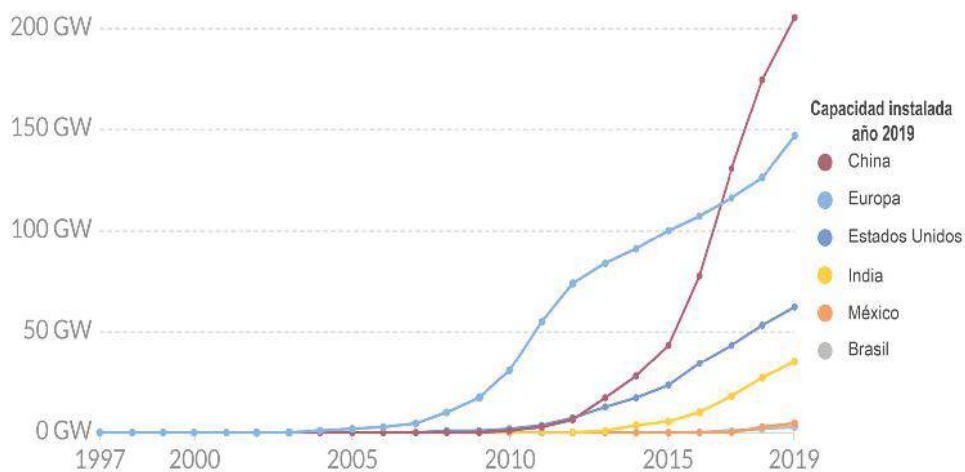


Figura 91 Capacidad instalada energía solar 2000-2019

BP Statistical Review of World Energy (2020). Installed solar energy capacity [gráfico en internet]. Our World in Data (OWD). <https://ourworldindata.org/grapher/installed-solar-pv-capacity?tab=chart&stack-Mode=absolute&time=1997..latest&country=IND~MEX~CHN~BRA~Europe~USA&region=World>



## ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

- Reducir la demanda de energía en las edificaciones por medio de diseño bioclimático y el uso de sistemas pasivos de climatización cuando sea necesario emplear aislantes en azoteas y muros.
- Utilizar elementos responsivos tales como dobles fachadas ventiladas, sistemas intercambiadores aire-tierra, materiales con cambio de fase, azoteas y fachadas vegetadas, etc.
- Implementar sistemas renovables de generación de energía “in situ”, autónomos o con interconexión a la red eléctrica local.
- Usar iluminación natural en todos los espacios, complementándose con sistemas de bajo consumo para el uso nocturno.
- Instalar sistemas limpios de cocción de alimentos para las zonas rurales y periurbanas, por ejemplo: estufa lorena de leña o estufas de gas metano de biodigestores.
- Instalar luminarias de alta eficiencia lumínica adecuadas a las actividades que se realicen los locales.
- Dar prioridad a electrodomésticos de alta eficiencia, seguros y durables, evitando criterios de obsolescencia programada.
- Previo a la construcción de un inmueble, modelar la climatización para condiciones normales, sin sobredimensionar los equipos electromecánicos de calentamiento o enfriamiento. Buscar la mayor eficiencia combinando ciclos de enfriamiento y ventilación.
- Ponderar el consumo energético de las diferentes alternativas de transporte vertical en los edificios, escogiendo las que proporcionen mayor servicio y menor consumo.
- Emplear materiales sustentables, estudiando su ciclo de vida y huella de carbono, prefiriendo los renovados o renovables, así como los materiales locales a los importados o transportados desde otras regiones.
- Especificar cuidadosamente los sistemas constructivos para cada una de las diferentes orientaciones de las fachadas de un edificio. Es muy relevante comparar los valores de Transmisión global de energía (U) y Resistencia total (R) de varios sistemas constructivos posibles para encontrar aquellos con una mejor relación costo-beneficio.

	2017	2018	Variación porcentual (%) 2018/2017	Estructura porcentual (%) 2018
<b>Total</b>	<b>7,027.22</b>	<b>6,484.84</b>	<b>-7.72</b>	<b>100</b>
Carbón	308.24	279.58	-9.30	4.31
Hidrocarburos	5,940.60	5,374.18	-9.53	82.87
Petróleo crudo	4,354.89	4,045.95	-7.09	62.39
Condensados	67.28	48.90	-27.32	0.75
Gas natural	1,518.43	1,279.33	-15.75	19.73
Nucleoenergía	113.22	156.00	37.79	2.41
Renovables <sup>1</sup>	665.16	675.08	1.49	10.41
Hidroenergía	114.65	116.95	2.00	1.80
Geoenergía	127.43	113.18	-11.18	1.75
Solar	15.16	23.98	58.21	0.37
Energía eólica	38.23	47.12	23.25	0.73
Biogás	2.52	2.84	12.86	0.04
Biomasa	367.18	371.01	1.04	5.72
Bagazo de caña	116.87	121.93	4.33	1.88
Leña	250.31	249.08	-0.49	3.84

<sup>1</sup> incluye grandes hidroeléctricas.

Medido en Petajoules

Figura 92 Producción de energía primaria en México (SENER, 2019) SE (2019). Balance Nacional de Energía 2018 p.23 [imagen de publicación]. Secretaría de Energía (SE). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf)

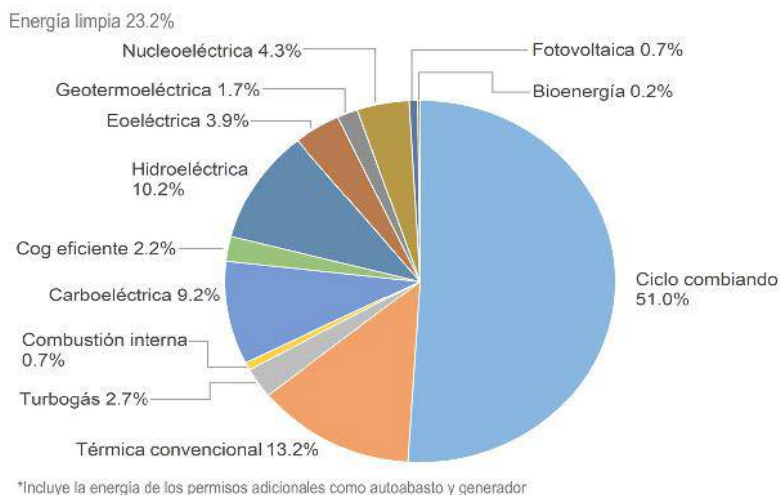


Figura 93 Energía producida durante 2018 por tecnología SE (sf) Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) V. Infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional p.27 [gráfico de publicación]. Secretaría de Energía (SE). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475497/PRODESEN\\_V.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475497/PRODESEN_V.pdf)

- El color y la textura de los acabados exteriores son determinantes en el calentamiento y enfriamiento de una construcción. Se deben procurar absorptancias bajas (colores claros y texturas lisas) para climas cálidos y altas (colores oscuros y texturas rugosas) para climas fríos.
- En muchos casos es recomendable el uso exterior de aislantes en la envolvente, dando prioridad a la cubierta.
- Desincentivar el uso del automóvil particular, reduciendo los espacios para estacionamiento tanto en vía pública como en las construcciones.

## Bibliografía

- CENACE. (2019). PRODESEN 2019-2033. Ciudad de México: Centro Nacional de Control de Energía.
- CGD. (2015). Center for Global Development. Obtenido de Here's a Better Way the SDGs can Light the way to end Poverty: <https://www.cgdev.org/blog/here%E2%80%99s-better-way-sdgs-can-lighttheway-end-poverty>
- EC. (2015). European Commission - Energy. Obtenido de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD): [https://ec.europa.eu/energy/studies/energy-performance-buildings-directive-epbd-%E2%80%93-study-compliance\\_en](https://ec.europa.eu/energy/studies/energy-performance-buildings-directive-epbd-%E2%80%93-study-compliance_en)
- EC. (2018). European Commission - Energy. Obtenido de Energy performance of buildings directive: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en#energy-performance-of-buildings-standards](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en#energy-performance-of-buildings-standards)
- ENCEVI. (2018). Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares. Ciudad de México: SENER , CONUEE.
- EPO. (2020). Energy Poverty Observatory. Obtenido de What is energy poverty?: <https://www.energypoverty.eu/about/what-energy-poverty>
- IEA. (2018). IEA. Obtenido de World electricity final consumption by sector 1974-2018: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-electricity-final-consumption-by-sector-1974-2018>
- IEA. (2019). World Energy Outlook 2019. International Energy Agency.
- IEA, IRENA, UNSD, WB, WHO. (2019). 2019 Tracking SDG7: The Energy Progress Report. Washington, DC: The World Bank. Obtenido de [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- ONU. (2015). Objetivos y metas del desarrollo sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- ONU. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. Nueva York: Naciones Unidas.
- OWD. (2014). Our World in Data. Obtenido de Acces to Energy: <https://ourworldindata.org/energy-access>
- OWD. (2019). Our World in Data. Obtenido de Renewable Energy: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>
- OWD. (2019). Our World in Data. Obtenido de Energy Production and Consumption: <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>
- OWD. (2019). Our World in Data. Obtenido de Energy: <https://ourworldindata.org/energy>
- SENER. (2019). Balance Nacional de Energía 2018. Ciudad de México: Secretaría de Energía, México. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf)
- SENER. (2020). Acuerdo por el que se emite la Política de Confiabilidad, Seguridad, Continuidad y Calidad en el Sistema Eléctrico Nacional. Diario Oficial de la Federación DOF:15/05/2020.
- SENER. (2020). Estrategia de Transición para promover el uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- UIA. (7 de December de 2009). International Union of Architects. Obtenido de Copenhagen Declaration: <https://www.nzia.co.nz/media/1054/uia-copenhagen-declaration.pdf>
- UNDP. (2007). Will tomorrow be brighter than today? United Nations Development Programme.
- UNDP. (2016). Delivering Sustainable Energy in a Changing Climate - Strategy Note on Sustainable Energy 2017-2021. United Nations Development Programme.
- UNDP. (2019). Informe sobre Desarrollo Humano 2019. Desigualdades del Desarrollo Humano en el siglo XXI. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- WB. (2020). Poverty and Equity Brief - Latin America & the Caribbean - México. World Bank Group.
- WHO. (2016). Burning Opportunity: Clean Household Energy for Health, Sustainable Development and Wellbeing of Women and Children. World Health Organization.

## CAPÍTULO 4

# AGUA

1. En muchas de las grandes ciudades del siglo XXI sobre todo en África, Asia y América Latina el abastecimiento de agua potable ya es insuficiente, más aún para una población urbana con un crecimiento muy acelerado.
2. Actualmente en nuestros edificios empleamos el agua en ciclos abiertos de extracción, distribución, consumo y desalojo.
3. El agua pluvial que cae en las azoteas y terrazas, que en muchos lugares podría aportar desde un 50% hasta un 100% del agua dulce requerida en las edificaciones, hoy en día es desechada y mezclada con las aguas negras urbanas y con los efluentes industriales.
4. En las viviendas, a las aguas jabonosas no se les da ningún uso secundario, no obstante que su tratamiento es simple, seguro y de bajo costo.
5. No existe una normatividad estricta en cuanto al consumo de agua ni al etiquetado de accesorios hidro-sanitarios como llaves, regaderas, tinas o inodoros, ni tampoco de electrodomésticos que utilizan agua como las lavadoras de ropa. Por ello los usuarios carecen de información importante sobre el consumo de agua al adquirir estos equipos.



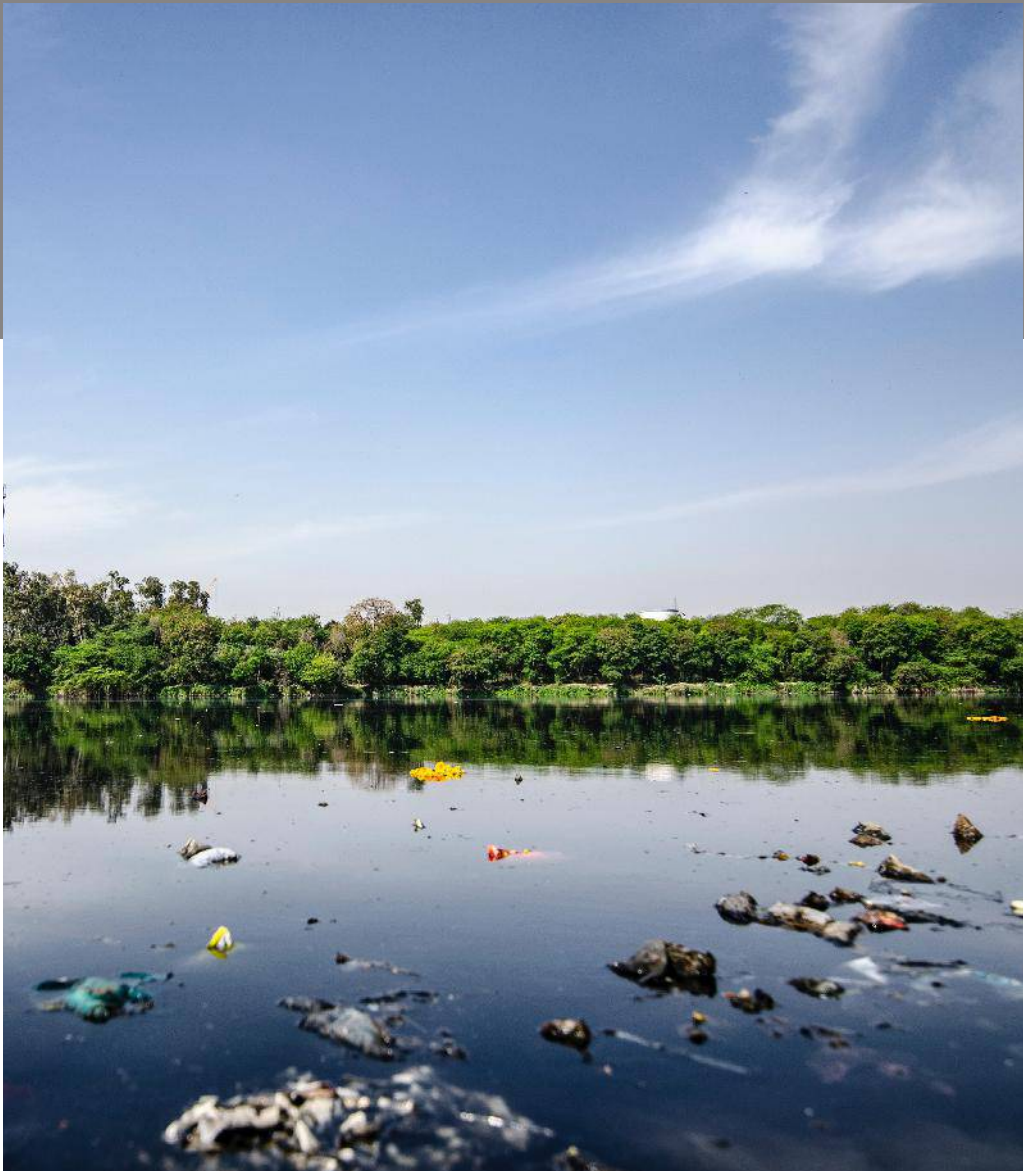


Figura 94 Contaminación de cuerpos de agua  
Singh, Yogendra (2019). Garbage on body of water [imagen de internet]. Pexels  
<https://www.pexels.com/photo/garbage-on-body-of-water-2480807/>

## Agua para la vida

### La sed es peor que el hambre

El agua es la base de la vida; sin ella es imposible subsistir. Un ser humano puede sobrevivir entre cuatro y ocho semanas sin comer, pero solo un máximo de diez días sin beber agua. Lo mismo le ocurre a la mayoría de las especies animales y vegetales: requieren de agua para sobrevivir, operando generalmente en ciclos anuales o estacionales, cada especie ha desarrollado estrategias para adaptarse a la disponibilidad de agua, ya sea escasa o abundante.

El hombre siempre ha estado vinculado a las fuentes de agua dulce. Desde un inicio, las civilizaciones se asentaron cerca de los ríos, lagos, manantiales, oasis u otras fuentes de abastecimiento del vital líquido. Ningún pueblo o ciudad puede subsistir sin fuentes de agua potable. Es por ello que la comprensión del ciclo del agua y de su uso racional en las ciudades y edificaciones contemporáneas es de vital importancia.

Adicionalmente, el agua dulce superficial es fundamental para la producción de alimentos. La ONU estima que actualmente entre el 70% y el 90% del agua se utiliza para este fin. También se prevé que la demanda de alimentos se incrementará en un 70% para el año 2050, lo que aumentará la presión sobre las fuentes disponibles de agua dulce.

La OMS indica que, aún cuando desde el año 2000 miles de millones de personas han tenido acceso al agua y saneamiento, estos servicios no son proporcionados en forma segura. También muchos centros de salud y escuelas carecen de agua y jabón para lavarse las manos, lo que aumenta el riesgo de enfermedad y muerte por diarrea, especialmente en los niños menores a 5 años de los cuales mueren 361,000 anualmente por esa causa. Estos datos son muy significativos si los relacionamos con la pandemia del 2020, donde la principal recomendación para mantener la salud es lavarse las manos continuamente, para lo que es indispensable contar con agua limpia.

### Situación del agua dulce en el mundo

En la actualidad la mayoría de los urbanistas y arquitectos consideran al agua como un “servicio público” que debe ser provisto por los gobiernos locales o estatales. Solo es necesario obtener un certificado de factibilidad de toma de agua pota-



Figura 95 Agua urbana, Río Ljubljanica, Eslovenia.  
Figueroa C. Aníbal (2019). [fotografía]

ble para dar por hecho que este líquido llegará a los desarrollos habitacionales con la cantidad y calidad suficiente para las demandas de sus habitantes. Por lo tanto, muchos urbanistas, arquitectos y diseñadores consideran que el problema del agua solamente consiste en seleccionar los muebles de baño y cocina y los accesorios que éstos necesitan, y en algunos casos, los sistemas de riego para mantener las áreas verdes. Los diseñadores y desarrolladores piensan que no es un problema suyo, pero sí lo es, porque al igual que la energía, los edificios consumen durante toda su vida útil grandes cantidades de agua en forma constante.

*“Al mismo tiempo un número cada vez mayor de habitantes del planeta carece de agua y cuando la obtiene no es potable, ya que en muchos casos ha sido contaminada por desechos de otras actividades generalmente humanas, muchas de ellas vinculadas a los edificios. Para ésta parte de la población, el agua ya es un grave problema vinculado a la alimentación, a la salud, a la higiene y a la economía. [...] En todo el mundo, alrededor de 3 de cada 10 personas, o 2100 millones de personas, carecen de acceso a agua potable y disponible en el hogar, y 6 de cada 10, o 4,500 millones, carecen de un saneamiento seguro. 844 millones no tienen ni siquiera un servicio básico de agua potable. Esto incluye a 263 millones de personas que tienen que emplear más de 30 minutos por viaje para recoger agua de fuentes que se encuentran lejos de su hogar, y 159 millones que todavía beben agua no tratada procedente de fuentes de agua superficial, como arroyos o lagos. Los conflictos por el acceso y uso del agua en las sociedades humanas se remontan a sus propios orígenes. Controlar el acceso al agua, siempre ha sido una forma eficiente de control social.” (WHO, 2017)*

Adicionalmente, el cambio climático está modificando rápidamente la situación del agua a nivel planetario y agravará la situación hídrica mundial; lo que esto implica es que los patrones de distribución del agua se están alterando. La lluvia es el medio general para distribuir el agua en el planeta y ya es claro que se presentan cada vez con mayor frecuencia e intensidad sequías, ondas de calor, huracanes, inundaciones, lluvias torrenciales concentradas (bombas de lluvia) y otros fenóme-

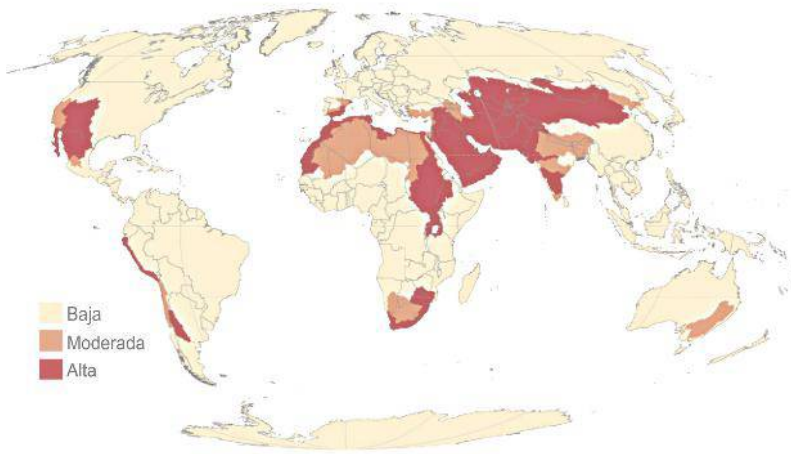


Figura 96 Distribución de la escasez de agua en las principales cuencas hidrológicas FAO (2012). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura La gestión de los sistemas en situación de riesgo p.31 [imagen de publicación]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).<http://www.fao.org/3/i1688s/i1688S.pdf>

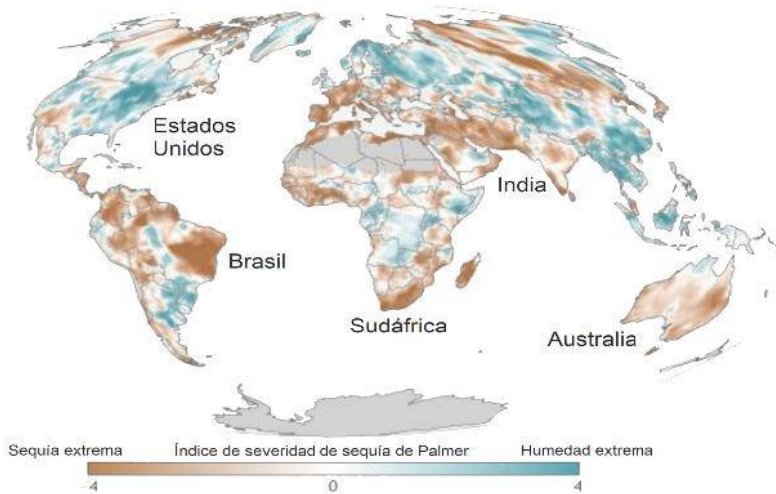


Figura 97 Índice de severidad de sequía global, 2017  
 Meteored (2017). 2017 Estado del clima: Sequía global [imagen en internet]. Meteored.  
<https://www.tiempo.com/ram/449181/2017-estado-del-clima-sequia-global/>



nos vinculados al agua. Muchas comunidades padecen desde su escasez hasta su exceso en un solo año.

La evidencia científica es clara: el clima está cambiando y continuará cambiando, afectando la disponibilidad, calidad y cantidad de agua para las necesidades humanas básicas, poniendo en peligro el disfrute efectivo de los derechos humanos al agua y al saneamiento de potencialmente miles de millones de personas. Los cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático dificultarán aún más la gestión sostenible de los recursos hídricos, que ya de por sí se encuentran bajo presión en muchas partes del mundo. La seguridad alimentaria, la salud humana, los asentamientos urbanos y rurales, la producción de energía, el desarrollo industrial, el crecimiento económico y los ecosistemas que dependen del agua y por consiguiente, son vulnerables a las consecuencias del cambio climático. Adaptarse y mitigar el cambio climático por medio de una gestión hídrica es fundamental para el desarrollo sostenible.

El uso global de agua se ha multiplicado por seis en los últimos 100 años y sigue aumentando a un ritmo constante de más de 1% cada año debido al crecimiento demográfico, al desarrollo económico y al cambio de los patrones de consumo. El cambio climático y un suministro más errático e incierto agravarán la situación de las regiones en las que más escasea el agua y crearán escasez en las regiones en las que todavía abunda el agua hoy en día. La escasez material de agua suele ser un fenómeno más estacional que crónico y es probable que el cambio climático altere la disponibilidad estacional de agua a lo largo del año en varios lugares.

Algunas metrópolis ya están en situación crítica a consecuencia de los cambios planetarios. En el año de 2018, Ciudad del Cabo, que es la segunda ciudad más grande del continente africano con una población de 3'750,000 personas (2011), fue la primera megalópolis en quedarse sin agua potable. Esto fue producto del crecimiento demográfico del 29.6% en diez años (en 2001 tenía 2,893,000 habitantes), la falta de lluvia y una mala planificación de la infraestructura y las construcciones. Esta situación ha obligado a las autoridades a tomar medidas de emergencia, como racionar el uso de agua a solo 50 litros por persona por día, y quien sobrepasa este límite tiene una multa de 800 euros. Si la situación continúa se podrán obtener solamente 25 litros por persona por día en alguna de las ciento ochenta tomas públicas de la ciudad. Todas las tomas domiciliarias han sido cerradas.

La falta de agua suficiente para una población que se incrementa exponencialmente es una de las mayores amenazas para las ciudades y edificios del siglo XXI (BBC, 2018).

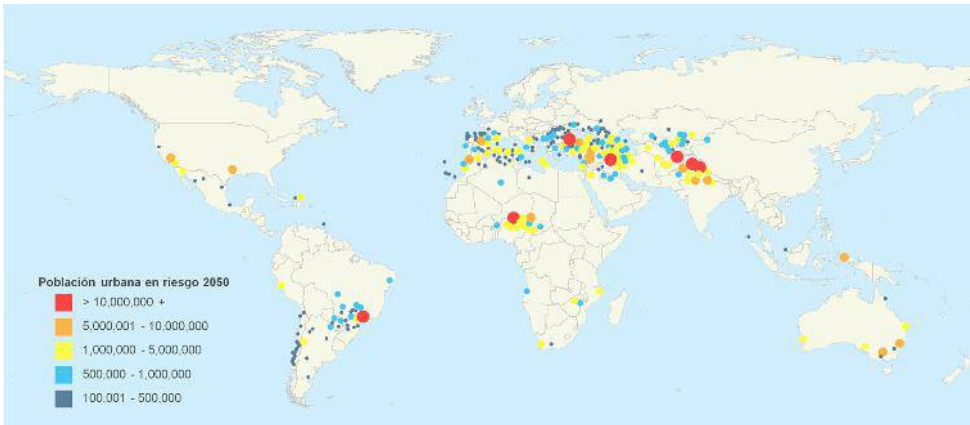


Figura 98 Declive de la disponibilidad del agua urbana UNESCO (2020) Agua y cambio climático 2020 p.23 [imagen de publicación]. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611.locale=es>

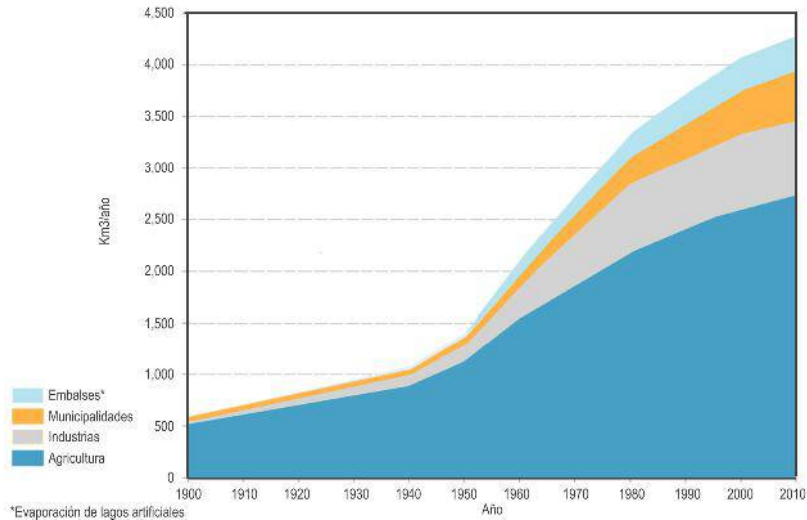


Figura 99 Extracciones de agua globales durante el siglo anterior FAO (sf). AQUASAT – Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura [gráfico de internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>

## Situación del agua dulce en México

En la República Mexicana dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas, con precipitaciones anuales menores a los 500 mm, mientras que una tercera parte, el sureste, es húmedo, con precipitaciones anuales que superan los 2000 mm por año. En la mayor parte del territorio la lluvia es más intensa en verano, principalmente de tipo torrencial. El 53.2% de la población del país habita en cotas superiores a los 1500 msnm.

Debido a que la mayor parte del territorio es árido y a que en ella se concentran la mayoría de las actividades industriales y los grandes núcleos urbanos, la recuperación y uso racional del agua en los edificios es crítica. Es muy probable que con el cambio climático las condiciones de aridez en la porción norte del territorio se acentúen, generando sequías muy prolongadas y agotamiento del agua subterránea, particularmente en las cuencas que ya están actualmente sobre-explotadas. Los datos al 2020 indican que las Regiones Hidráulicas en donde se encuentran La Paz y Los Cabos (RHA I), Ciudad Juárez (RHA VI), Guadalajara y Toluca (RHA VIII) y Área Metropolitana de la Ciudad de México (RHA XIII) el valor del agua renovable per cápita es alarmantemente bajo, siendo crítico en la Zona del Valle de México con solo 147 m<sup>3</sup>/habitantes/año (CONAGUA, 2018).

Un desastre natural de gran relevancia son las sequías. Éstas ocurren cuando la precipitación pluvial es escasa e infrecuente; con ello la temperatura aumenta y la vegetación se desarrolla con dificultad o muere. Las sequías son los desastres naturales más costosos, pues afectan a más personas por más tiempo que cualquier otra forma de desastre. Además de la falta de agua, las sequías van generalmente acompañadas por incendios y se presentan con mayor frecuencia en los meses de mayo y noviembre. Un periodo largo de sequía es aquel que se extiende por más de seis meses.

Claramente las sequías afectan la disponibilidad de agua en las ciudades y sus construcciones. Al igual que otros fenómenos naturales no es posible predecir con exactitud su ocurrencia o duración. Por ello es crítico que el arbolado urbano esté compuesto por especies endémicas que estén adaptadas a las condiciones climáticas del lugar y que tengan mayores posibilidades de sobrevivir sequías largas. También es fundamental que en las regiones frecuentemente afectadas por sequías, las ciudades y los edificios dispongan de una reserva en depósitos de agua y se haga un uso muy bajo de la misma a través de sistemas y equipos ahorrado-



Figura 100. Niño cargando una lata  
Jam Dazzle (2018). Little Boy Carrying Can [fotografía de internet]. Pexels.  
<https://www.pexels.com/photo/little-boy-carrying-can-1125850/>

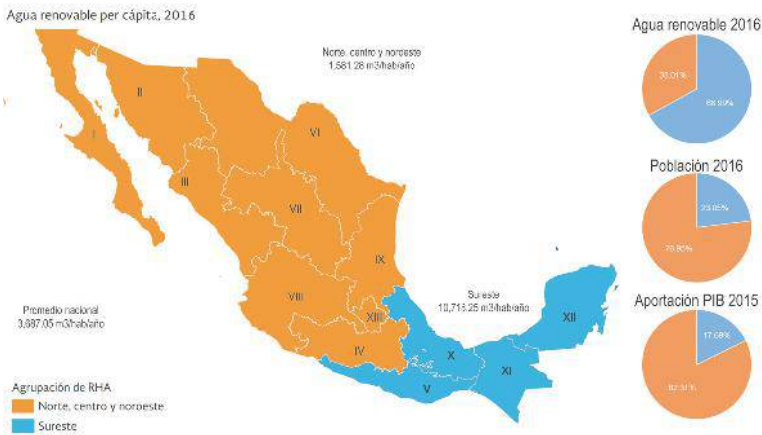


Figura 101 Contraste entre Agua Renovable, Población y Aportación al PIB  
SEMARNAT – CONAGUA (2017). Estadísticas del Agua en México 2017 p.24 [imagen de publicación].  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf)

res y recicladores en las construcciones. Particularmente en estas edificaciones es importante que el agua sea empleada un mínimo de dos ocasiones, siendo posible darle tres y hasta cuatro usos.

En contraste, los ciclones tropicales y huracanes son los fenómenos naturales que generan la mayor parte del transporte de humedad del mar hacia el interior del país, por lo que su ocurrencia se puede considerar normal y necesaria para la disponibilidad de agua. Por su ubicación geográfica, la República Mexicana está expuesta a estos fenómenos en la costa del Océano Pacífico, Mar de Cortés, Golfo de México y el Caribe.

Entre 1970 y 2016 impactaron a México 230 ciclones tropicales, de los cuales 87 fueron huracanes. Particularmente los huracanes de categorías 3, 4 y 5 ocasionan daños y riesgos muy importantes para las construcciones y sus habitantes, ya que producen grietas en muros, desprendimiento de techos, erosiones de tierra, daños en los servicios de agua y saneamiento, destrucción de pavimentos y edificios costeros, entre otros.

### ¿Cuánto vale el agua?

No existe una respuesta fija para esta pregunta. La realidad es que el agua limpia y potable al igual que el aire, son invaluable. Solo podemos entender esto cuando no la tenemos disponible en las tuberías. Sin embargo, hay diferentes precios asignados a este líquido, que generalmente se miden en costo/m<sup>3</sup>, existiendo enormes diferencias a nivel mundial. Por ejemplo, Italia tiene uno de los costos más bajos para consumo doméstico con un precio de \$0.30 USD/m<sup>3</sup>, mientras que en Dinamarca el agua potable llega a costar hasta 8.63 USD/m<sup>3</sup>. De una muestra de 20 ciudades en todo el mundo encontramos que el costo promedio para consumo doméstico urbano es de \$0.48 USD/m<sup>3</sup> (Wang, 2017).

En el caso de México, las tarifas por metro cúbico tienen también importantes variaciones de acuerdo al tipo de usuario, volumen y localización. Éstas generalmente incluyen cargos por drenaje y alcantarillado y, en algunos casos, una cuota fija.

De las once ciudades más pobladas del país, encontramos que la que tiene la tarifa más baja para agua doméstica, comercial e industrial es Campeche con precio de \$0.28 USD/M<sup>3</sup> (2016), mientras que en León un metro cúbico de agua potable doméstica cuesta \$1.46 USD/m<sup>3</sup>. La tarifa más alta para usos comerciales e industriales se presenta en Tijuana con \$3.29 USD/m<sup>3</sup>. De una muestra de 32 ciudades





Figura 102 Condiciones de sequía en México en el mes de noviembre del 2016 SEMARNAT – CONAGUA (2017). Estadísticas del Agua en México 2017 p.46 [imagen de publicación]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf)



Figura 103 Huracanes en México 1970-2016 SEMARNAT – CONAGUA (2017). Estadísticas del Agua en México 2017 p.42 [imagen de publicación]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf)

en México encontramos que el costo promedio para consumo doméstico urbano es de \$0.81 USD/m<sup>3</sup> (CONAGUA, 2018).

La situación del agua potable en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México es aún más crítica. Debido a que para abastecer a la Megalópolis se tiene que bombear agua más de 1000 m hacia arriba de las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala, con el consiguiente daño ambiental (CONAGUA, 2006). No obstante, el impacto más catastrófico se produce al continuar extrayendo agua del acuífero subterráneo del Valle de México y secando los lagos de Xochimilco, Texcoco y Chalco. Esto ha ocasionado un hundimiento generalizado de la ciudad que en algunos puntos alcanza los nueve metros y que continúa a una tasa de 2 cm/año (Morgan, 2009).

El acuífero principal está siendo bombeado a una velocidad de 55.5 m<sup>3</sup>/s, pero solo está siendo reemplazado a 28 m<sup>3</sup>/s, dejando un déficit de 27.5 m<sup>3</sup>/s (Morgan, 2009). Los efectos de los hundimientos se pueden ver en iglesias inclinadas y catedrales agrietadas, el Palacio de Bellas Artes y otros monumentos que tienen que añadir periódicamente nuevas escaleras para mantener su acceso con el nivel de la calle. A esto se añaden los problemas de desalojar el agua de lluvia de las áreas bajas donde se ha invertido la pendiente del drenaje natural, y evitar que las aguas residuales fluyan en sentido inverso, salgan por las alcantarillas y provoquen inundaciones.

Los ciclos hidrológicos alterados del Valle de México producen una afectación severa a la estructura y estabilidad de los edificios que ha quedado demostrada con los daños producidos en los terremotos del 19 de septiembre de 1985 y 2017. Esto nos lleva a preguntar: ¿Cuál es el verdadero costo del agua para los habitantes de la Ciudad de México y otras megalópolis?

## **Aguas servidas y plantas de tratamiento**

El problema de las aguas servidas es aún más grave que el del agua dulce, ya que existen zonas con abastecimiento de agua, pero sin ninguna instalación de saneamiento. Aún cuando se instale una tubería de drenaje, en ésta se mezclan indistintamente aguas pluviales, negras, grises e industriales y los sistemas de saneamiento con frecuencia descargan su contenido en ríos, mares y otros cuerpos de agua creando graves problemas de contaminación que afectan la salud de miles de habitantes, destruyen los suelos, matan a la fauna y la vegetación y alteran irremediablemente la calidad del agua que ya no puede ser consumida por otros seres en cotas más bajas.

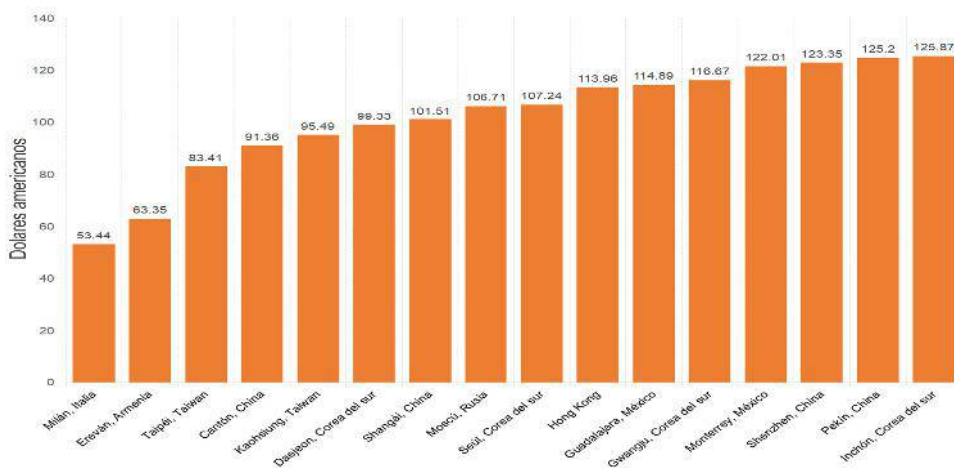


Figura 104 Los precios más bajos del agua por ciudad en el mundo en 2017 Statista (2021). Lowest Price of tap water in selected cities worldwide in 2017 [gráfico en internet]. <https://www.statista.com/statistics/478888/leading-cities-based-on-lowest-freshwater-prices/>

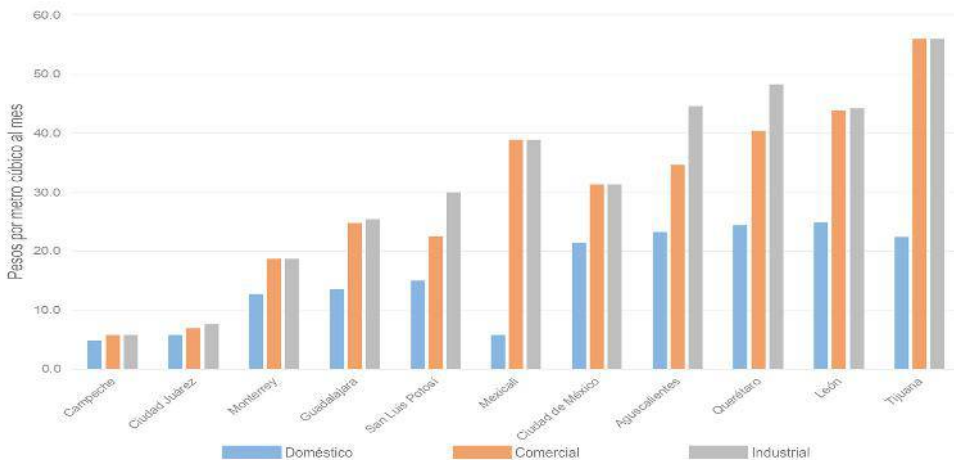


Figura 105 Comparativo en pesos mexicanos/m<sup>3</sup> de tarifas para uso doméstico, industrial y comercial en ciudades seleccionadas SEMARNAT – CONAGUA (2017). Estadísticas del Agua en México 2017 p.166 [gráfica en internet]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf)

Los asentamientos urbanos son la principal fuente de contaminación de fuentes puntuales. Las aguas residuales urbanas son particularmente amenazantes cuando se combinan con residuos industriales no tratados. En general, la proporción de aguas residuales no tratadas que llegan a las masas de agua es significativamente mayor en las regiones en desarrollo del mundo. Hasta el 90% de las aguas residuales en los países en desarrollo fluyen sin tratar en ríos, lagos y zonas costeras altamente productivas, amenazando la salud, la seguridad alimentaria y el acceso a agua potable y de baño (Corcoran et al., 2010).

En el caso de México, solo el 5% de los cuerpos de agua superficial presentan una calidad excelente, 22% aceptable, 49% poco contaminado y 24% muy contaminado sin poder hacer uso de ella (De la Peña, 2013).

La solución aparente ha sido la construcción de plantas de tratamiento de aguas negras a nivel urbano e incluso regional. En México hay capacidad instalada en 2,794 plantas para tratar solamente el 47.5% de las aguas residuales (CONAGUA, 2013), lo que significa que más del 52% de las aguas servidas van a descargar sin ningún tratamiento directamente a las cuencas o al mar. Aún en este escenario desfavorable, 452 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales están fuera de operación. Existen varias razones para su abandono, pero la principal es su costo de operación en países con economías regionales y locales débiles como México, lo que hace que estas plantas una vez construidas dejen de operar por falta de fondos para pagar electricidad, substancias químicas y operarios. Esto se agrava por la incongruencia entre el precio del agua potable que es en promedio de \$0.81 USD por metro cúbico, mientras que el costo de tratamiento es de 0.85 USD/m<sup>3</sup> y el agua que se obtiene no es potable.

Otra estrategia que se adoptado es construir megaplantas de tratamiento como la de Atotonilco en Tula, Hidalgo para tratar los efluentes del emisor central y poniente de la Ciudad de México con una capacidad instalada de 23 m<sup>3</sup> por segundo en estiaje y 12 m<sup>3</sup>/seg adicionales en época de lluvias. Sin embargo aún esta enorme instalación solo puede sanear el 60% del volumen total, por lo que el 40% continúa su cauce sin tratamiento (CONAGUA, 2018).

Es importante comprender que el problema del saneamiento debe enfrentarse desde los edificios habitacionales, comerciales e industriales. El primer paso es separar las aguas pluviales, jabonosas y negras. Esto es fundamental para que cada una de ellas pueda ser tratada y usada en forma distinta y al menor costo posible.



Figura 106 Afectación estructural en edificios por asentamientos del suelo y fenómenos naturales Reforma (2017) Twitter Periódico Reforma [imagen de Tweet]. <https://twitter.com/Reforma/status/910263542531727367>



## Aprovechamiento del Agua de Lluvia

La precipitación pluvial normal en la República Mexicana es de 740 milímetros. Cerca del 70% de esta precipitación ocurre entre los meses de junio a septiembre, por lo que se concentra primordialmente en el verano. En la zona hidrológica correspondiente al Estado de Chiapas se registra la mayor precipitación pluvial, siendo once veces mayor que la que se registra en la zona más seca que es Baja California Sur.

Anualmente México recibe aproximadamente 1.45 billones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. De esta agua, se estima que el 72.2% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 21.5% escurre por los ríos o arroyos, y el 6.3% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta los flujos de salida (exportaciones) y de entrada (importaciones) de agua con los países vecinos, el país cuenta anualmente con 450,828 millones de metros cúbicos de agua dulce renovable (CONAGUA, 2018).

Al evapotranspirarse cerca de las  $\frac{3}{4}$  partes del agua de lluvia recibida y perder hasta el 40% del agua potable en el transporte y distribución, la estrategia de recolectar el agua o “cosecha de lluvia” en los edificios es importante y urgente, ya que permite retener una mayor cantidad del líquido cerca de los puntos de consumo (CONAGUA, 2018).

Una parte importante de la solución al problema del abastecimiento de agua potable o semi-potable está al alcance de la mano; consiste en instalar en los edificios sistemas de “cosecha de agua”. Estos son los sistemas más sencillos y económicos para reutilizar el agua. En todo el planeta llueve agua dulce. El régimen de lluvia varía de un lugar a otro y también presenta oscilaciones anuales, pero en la mayoría de las ciudades de América Latina tenemos lluvias entre los 650 y 1000 milímetros anuales repartidas en periodos que van desde los tres hasta los doce meses. Con una pérdida estimada por evaporación del 50%, esto representa entre 325 y 500 litros al año por cada metro cuadrado de superficie de azotea o terraza. Por ejemplo, si tenemos 100 metros cuadrados de área de captación tendríamos entre 32,500 y 50,000 litros de agua disponibles por año por cada vivienda.

Los sistemas de recolección de agua pluvial datan de hace siglos y son muy simples, ya que solo se deben canalizar las aguas de azoteas y terrazas hacia un filtro de hojas, después a un tanque separador de “primeras aguas” y posteriormente a una cisterna con un sistema de desinfección. Dependiendo del lugar y la



Figura 107. Basura en cuerpo de agua.

Lisa (2019). Basura En Cuerpo De Agua [fotografía de internet]. Pexels.  
<https://www.pexels.com/es-es/foto/basura-en-cuerpo-de-agua-3264779/>

superficie de recolección, podemos sustituir el agua potable que usamos para lavar la ropa, bañarnos, asear la casa, asear los trastos, accionar el inodoro, regar las áreas verdes, etcétera, con esta agua durante un periodo que va de los cinco a los doce meses. Solamente se requerirá agua potable (de mayor calidad) para beber y para la cocción de alimentos. Incluso el agua pluvial puede tener un tratamiento final a base de filtros combinados con rayos UV que le de calidad potable, pero esto implica un incremento en la inversión.

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

La Organización Mundial de la Salud establece que son necesarios un mínimo de 50 litros por habitante al día (litros/hab/día) para asegurar la higiene personal y de alimentos básica, incluyendo el lavado de ropa y el baño. Como nivel óptimo recomienda un consumo de 100 litros/hab/día, lo que permite una buena atención a todas las necesidades del ser humano. Según cifras del Foro Económico Mundial, México se encuentra entre los cinco países que más consumen agua per cápita (366 litros/hab/día). Sin embargo, en lugares como la Ciudad de México nuevamente se presentan grandes contrastes: “mientras en las zonas residenciales la dotación diaria es de 567 litros, en las zonas populares, que abarcan el 76.5% de la población, apenas es de 124 litros diarios y en algunas partes no llegan a tener agua en largos periodos de tiempo.” (CONAGUA, 2018)

Existe, por lo tanto, una clara oportunidad para un uso más equitativo del recurso y una reducción en el consumo de agua potable tanto con el diseño de sistemas eficientes, como en la cosecha de lluvia en todas las construcciones (Torres, 2017).

## Reutilización de Aguas Jabonosas

Un segundo factor de importancia en el uso de agua son las llamadas “aguas jabonosas”, que son aquellas que han sido utilizadas en procesos de limpieza y que por lo tanto se les han agregado agentes químicos. La reutilización de aguas jabonosas es una alternativa física y económicamente viable en los edificios habita-

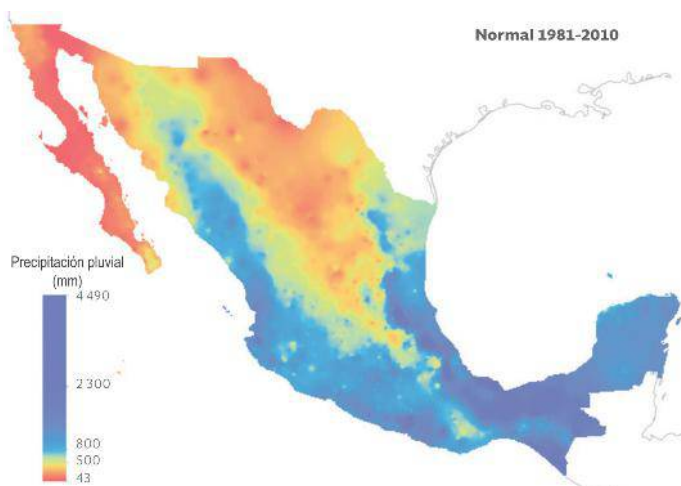


Figura 108 Distribución de la Precipitación pluvial normal 1981-2010 SEMARNAT – CONAGUA (2018). Estadísticas del Agua en México 2018 p.38 [imagen de publicación]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)



Figura 109 Sistema doméstico de captación de precipitación pluvial Ecoinventos (2020). Sistema de captación de agua de lluvia para usar como agua potable [imagen de internet]. <https://ecoinventos.com/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-para-usar-como-agua-potable/>

cionales, sin embargo, tenemos que diferenciar las aguas jabonosas de la cocina de las de los lavabos, regaderas y la zona de lavado de ropa. Las primeras contienen elementos químicos y también residuos orgánicos de comida más difíciles de separar y reducir. Por el contrario, el agua jabonosa del aseo presenta características homogéneas y volúmenes de agua significativos. El tratamiento de aguas jabonosas es más simple y económico que el de las aguas negras. Se puede realizar por medio de sistemas aerobios, biológicos o combinaciones de ambos.

En muchos hogares el consumo de agua potable en la lavadora de ropa ocupa el porcentaje más alto. Sin embargo, existe muy poca información disponible sobre el consumo de agua de estos electrodomésticos. De hecho, es un dato que no se incluye en sus etiquetas de eficiencia e incluso puede no ser explícito en los manuales de uso de cada equipo.

Un estudio experimental sobre diferentes modelos de lavadoras disponibles actualmente en el mercado mexicano demuestra que el consumo de agua por ciclo de lavado varía en los trece modelos analizados desde los 46 litros (FAFS4073NW) hasta los 304.8 litros (DWF-300PFR) para una carga máxima de 15 kilos y recomendada de 7 kg de ropa sucia, lo que quiere decir que dependiendo del modelo, una lavadora puede consumir hasta 6.6 veces más agua que otra (PROFECO, 2013).

Dado el grave problema de escasez de agua a nivel mundial y nacional es imperativo incluir una etiqueta obligatoria del consumo de agua en todos los equipos de lavado, con la finalidad de que los usuarios hagan una compra informada. Este consumo tiene que estar certificado por instituciones oficiales.

Una vez tratada, el agua jabonosa es segura para usarse en riego de jardines y plantas no comestibles, así como en inodoros. En estos casos se puede aprovechar que la salida del agua es a través de un sistema de bombeo de la lavadora, lo que facilita su tratamiento y distribución. Las aguas jabonosas tratadas se deben usar inmediatamente, no se deben almacenar en tanques o cisternas.

## Tratamiento de aguas negras

El tratamiento de aguas negras es más costoso y requiere mayor cuidado que las aguas pluviales o jabonosas para evitar contaminación del acuífero, propagación de enfermedades y la generación de malos olores.





Figura 110. Sistema de cosecha de lluvia “Tlabloque” MR en Tequisquiapan.  
Imagen: A. Figueroa

Sin embargo, ya existen en el mercado plantas de tratamiento de aguas negras prefabricadas con las pruebas y certificaciones requeridas para su correcta operación. En estos casos es importante seguir puntualmente las especificaciones de dimensionamiento, instalación y mantenimiento.

En términos generales, es más eficiente tratar las aguas negras a nivel de conjunto urbano, barrio, aldea o ciudad. Para que sean lo más eficientes y económicas, éstas deben operar a flujo constante, es decir que las aguas negras sean conducidas en tuberías separadas de las aguas pluviales e incluso jabonosas hasta la planta de tratamiento.

Las aguas negras, una vez tratadas, y controladas mediante muestreo, pueden ser reintegradas con seguridad a los cuerpos de agua o usadas para riego. Nunca se debe regar directamente con aguas negras porque se contaminan los cultivos y se generan enfermedades gastrointestinales graves que son la principal causa de muerte entre la población infantil.

### **Edificios con un balance cero en agua**

La crisis del agua es un evento real y cercano. El diseño de las ciudades y los edificios juega un papel fundamental, tanto por sus cada vez mayores requerimientos para abastecer a una población en permanente crecimiento, como por los efectos de contaminación producidos por el uso y desecho de agua que se vierte con mala calidad en otros cuerpos de agua.

En los últimos años se ha vuelto cada vez más frecuente hablar sobre edificios con huella cero o balance cero, refiriéndose casi siempre al consumo de energía y combustibles fósiles por su evidente relación con las emisiones de bióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero; sin embargo, es aún más urgente desarrollar edificios con balance cero o huella cero en agua.

Ya existen precedentes importantes de uso racional del agua, que incluye la cosecha de lluvia, tratamiento y reuso de aguas jabonosas y tratamiento de aguas negras. Por ejemplo, en Australia y Nueva Zelanda el 19% de las construcciones captan el agua de lluvia. En las zonas más secas como Australia del Sur hasta el 45% de todas las viviendas tiene grandes tanques cilíndricos con una capacidad de hasta 50,000 litros adosados a las viviendas y el 10% de las viviendas de todo el país usa la cosecha de lluvia como fuente principal de agua potable (Australian Government EHC, 2010).

ESTUDIO DE CALIDAD						
Lavadoras de ropa automáticas de uso doméstico						
						
<b>Marca</b>	<b>Frigidaire</b>	<b>Maytag</b>	<b>LG</b>	<b>Whirlpool</b>	<b>Maytag</b>	<b>Samsung</b>
<b>Modelo</b> <b>País de origen</b>	FAFS4073NW EU	7MMHW7000Y México	WM2650HWA Corea	7MWF95HEY México	7MMVWC310YW EU	WF431ABP/XAX Corea
						
<b>Mabe</b>	<b>Whirlpool</b>	<b>Koblenz</b>	<b>Easy</b>	<b>Easy</b>	<b>Frigidaire</b>	<b>Daewoo</b>
Aqua Saver LHS17480PKBB (Grado ecológico) México	7MWTW711YM EU	LAD1600DK México	LIET3385XBBD México	LAE17500XBB México	FAHE4044MW México	DWF-300PFR Corea

Figura 111 Modelos de lavadoras evaluados por PROFECO  
 PROFECO (2013). Estudio de calidad Lavadoras automáticas p.44-45 [imagen de revista electrónica]. Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100438/RC435\\_Estudio\\_Lavadoras\\_Automaticas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100438/RC435_Estudio_Lavadoras_Automaticas.pdf)

Cada vez hay más viviendas en Oceanía, Asia, Europa y América que se han desarrollado con el concepto de “fuera de la red” (*off grid*) por lo que no están conectadas a la red municipal de agua, ni electricidad y funcionan de forma autónoma y utilizan únicamente agua de lluvia como fuente de abastecimiento.

## RETOS Y OPORTUNIDADES

Como se ha documentado, uno de los mayores retos actuales para el diseño urbano y arquitectónico es disminuir el consumo de agua, particularmente en todas las megalópolis, ya que sabemos que continuarán creciendo y se acercarán cada vez más al límite del abastecimiento. Cuando este límite es sobrepasado, el agua se convierte en un elemento de consumo indispensable por el que se paga cualquier precio y genera conflictos.

### GEODISEÑO

- Evaluar los asentamientos humanos a nivel de cuenca hidrológica, considerando su capacidad de agua renovable por habitante.
- En la planeación de las ciudades, considerar las afectaciones por el cambio climático a los patrones de distribución de agua, particularmente sequías, incendios, huracanes e inundaciones, previendo su impacto en los núcleos urbanos actuales y su crecimiento a futuro.
- Todas las aguas servidas deben ser tratadas previamente en los edificios, colonias, industrias o ciudades y ser vertidas con calidad suficiente en los sistemas de alcantarillado.
- El precio del agua obtenida en la red municipal debe ser proporcional al costo de extracción, potabilización, transporte, almacenamiento, distribución y tratamiento final. Actualmente tanto a nivel internacional, como nacional, existen criterios contrastantes.
- Es indispensable evitar pérdidas en las redes de distribución de agua potable manteniéndolas y en algunos casos renovándolas.



Figura 112 Biodigestor autolimpiable para tratamiento primario de aguas negras. Rotoplas (sf). Biodigestor [imagen de internet]. <https://rotoplas.com.mx/catalogo/biodigestor-autolimpiable/>



- Reintegrar al acuífero el agua pluvial urbana libre de desechos mediante bocas de tormenta, áreas y pavimentos permeables, que desemboquen en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua no entubados.
- Las aguas jabonosas urbanas necesitan un tratamiento básico para usarse en el riego de áreas verdes y parques donde se integran al acuífero.
- Prohibir la venta de detergentes, jabones y productos de aseo no biodegradables.

## ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

- Es urgente diseñar edificaciones con balance cero en consumo de agua.
- El primer paso es colocar en las construcciones tuberías independientes para agua potable, pluvial, gris y negra. En las construcciones existentes instalar al menos tuberías potables y pluviales separadas de las aguas negras y jabonosas.
- La ubicación arquitectónica de los espacios que requieren diferentes tipos de agua es crítica para reducir el costo de las instalaciones y mejorar su eficiencia.
- Desarrollar un etiquetado oficial referente al desempeño hídrico de regaderas, inodoros, llaves y accesorios para que den un servicio eficiente con el mínimo consumo de agua.
- En todos los proyectos arquitectónicos incluir ductos para las instalaciones hidráulicas y sanitarias que faciliten su inspección y mantenimiento, identificando agua potable fría y caliente, pluvial, jabonosa y negra con códigos de color y/o simbología de fácil lectura, así como la dirección del flujo.
- El agua pluvial se debe recolectar en tanques proporcionados a la superficie de captación y régimen pluviométrico para ser usada como fuente principal para la operación de lavadoras, inodoros, lavabos y regaderas y otros usos no potables; dejando el agua potable municipal exclusivamente para beber, la preparación de alimentos, riego de vegetales comestibles y como sistema de respaldo en época de sequía o lluvia insuficiente.
- Las aguas jabonosas se tratarán en las edificaciones mediante sistemas bioquímicos, humedales o híbridos para darles calidad suficiente para su



Figura 113 Casa herbst bach en Nueva Zelanda  
Meiring Jackie y Devitt Simon (sf).herbst architects [imagen de internet]. <https://herbstarchitects.co.nz/projects/herbst-bach>

uso en limpieza y áreas exteriores, riego de jardines, azoteas, muros verdes, jardineras y vegetación ornamental.

- En todos los casos las aguas negras necesitan un tratamiento primario en las edificaciones antes de ser vertidas a los sistemas de saneamiento municipales.
- Promover la información de etiquetado en las lavadoras especificando los consumos de agua por ciclo de lavado, carga y kilogramo de ropa sucia en los instructivos y etiquetas, ya que la lavadora es el dispositivo que más agua usa (y desperdicia) y la información actual no es suficiente o no está disponible.
- Se deben diseñar los componentes industriales de sistemas para captar, almacenar, tratar y distribuir el agua pluvial en las edificaciones que sean de bajo costo, fácil instalación, poco mantenimiento y que garanticen un funcionamiento adecuado.
- Son particularmente críticos los tanques de almacenamiento de agua pluvial de gran capacidad (hasta 50,000 litros), pudiéndose diseñar y construir en forma modular para adaptarse a diferentes construcciones y capacidades. Hay que tomar en cuenta el peso del líquido almacenado, sobre todo en zonas sísmicas.
- Se requiere diseñar y fabricar sistemas de tratamiento biológico compactos, modulares (humedales) y de operación sencilla para las aguas jabonosas, así como sistemas de riego para su empleo inmediato, ya que estas no se deben almacenar.
- Es importante contar con medidores e indicadores de fácil lectura (a distancia y ubicados en la cocina o baños) que informen a los usuarios sobre la recolección y disponibilidad de agua en todo el sistema de una edificación en tiempo real.



Figura 114 Planta de tratamiento Atotonilco-Tula. CONAGUA (2016). Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco participa en Reto Mundial del Agua 2016 [imagen de internet]. Comisión Nacional del Agua. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-atotonilco-participa-en-reto-mundial-del-agua-2016?idiom=es>



## Bibliografía

- Aristegui Noticias (2019). Se desperdicia 40% de agua por fugas en la CdMx: Sacmex. México, CDMX. Tomado de <https://aristeguinoticias.com/0411/mexico/se-desperdicia-40-de-agua-por-fugas-en-la-cdmx-sacmex/>
- BBC Mundo (2018) Ciudad del Cabo: “ el día cero ” en que por primera vez una gran ciudad del mundo podría quedarse sin agua. Tomado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-42742476>
- Catálogo Rotoplas (2020). México. Tomado de <https://rotoplas.com.mx/catalogo/biodigestor-autolimpiable/>
- CONAGUA (2006). Sistema Cutzamala. Comisión Nacional del agua, tomado de: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sistema-cutzamala.pdf>
- CONAGUA (2012) Atlas del agua. Comisión Nacional de Agua, México.
- CONAGUA (2018) Estadísticas del agua en México. Tomado de: [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)
- Environmental Health Committee (2010). Guidance of Use of Rainwater Tanks. Australian Government. Tomado de [https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/content/0D71DB86E9DA7CF1CA257BF0001CBF2F/\\$-File/enhealth-raintank.pdf](https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/content/0D71DB86E9DA7CF1CA257BF0001CBF2F/$-File/enhealth-raintank.pdf)
- De la Peña E, Ducci J, Zamora V. (2013). Tratamiento de aguas residuales en México. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, USA. Tomado de: [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_en\\_Mexico2013.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Tratamiento_de_aguas_residuales_en_Mexico2013.pdf)
- Morgan, A. (2009) Mexico City: A Megacity with big problems. University of Waterloo News. Canada tomado de: <https://uwaterloo.ca/wat-on-earth/news/mexico-city-megacity-big-problems>
- Naciones Unidas (2019) Informe Mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos. Tomado de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- PROFECO (2013). Lavadoras Automáticas: La ropa sucia se lava en casa. Revista del Consumidor. México CDMX. Tomado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100438/RC435\\_Estudio\\_Lavadoras\\_Automaticas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100438/RC435_Estudio_Lavadoras_Automaticas.pdf)
- Torres Bernardino, Lorena (2017). La Gestión del Agua Potable en la Ciudad de México, Los retos hídricos de la CDMX; Gobernanza y sustentabilidad. Ed. Intituto Nacional de Administración Pública, A.C. Ciudad de México, Mexi-






Figura 115. Humedales en Kuala Lumpur  
Imagen: Natalia Figueroa (2019)

- co. Tomado de <http://www.aldf.gob.mx/archivo-027a57875ea54db65f-b86646226b9611.pdf>
- Torres, Lorena (2017) La gestión del agua potable en la Ciudad de México. Instituto Nacional de Administración Pública, México. Tomado de: <https://www.inap.mx/portal/images/pdf/book/67283.pdf>
- Valdelamar, Jessiel (2017). México el Quinto País que consume más agua. Periódico El Financiero. Tomado de <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-el-quinto-pais-que-mas-consume-agua>
- Valle, Ana (2013). Abandonan 452 plantas de agua. Periódico El Financiero. Tomado de <https://www.elfinanciero.com.mx/archivo/abandonan-452-plantas-de-agua>.
- Wang T (2017). Lowest average prices by key city 2017. Tomado de <https://www.statista.com/statistics/478888/leading-cities-based-on-lowest-freshwater-prices/>
- World Health Organization (2017) 2100 Millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. Ginebra, Suiza en <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>
- World Health Organization (2003). Domestic Water Quantity, Service, Level and Health. Washington, USA. En [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1)



Figura 116. Fuente en la Casa Folke Egerstrom  
Arquitecto: Luis Barragán  
Imagen: A. Figueroa (2015)





## CAPÍTULO 5

# ALIMENTACIÓN

1. Es urgente prever en la planificación de las ciudades, áreas verdes periurbanas que se reserven exclusivamente para la producción de alimentos.
2. Una de las funciones de la arquitectura del siglo XXI debe ser la producción de alimentos.
3. Las azoteas y fachadas verdes se pueden diseñar empleando plantas productivas o medicinales con bajos requerimientos de riego y adaptadas a las condiciones climáticas del lugar.
4. Es importante instalar compostas y huertos urbanos para reciclar desechos orgánicos no-animales que operen en ciclos cerrados para la producción de alimentos. Estos dispositivos reducen la producción de desechos hasta en un 50% o 0.5 kg/persona/día.
5. Todos los espacios habitables deben contar con un área para ejercicio. En las ciudades se buscará la peatonalización y el uso de bicicleta como medios de transporte que al mismo tiempo implican ejercicio físico.



Figura 117 Corredor ecológico Simón Bolívar, Río Cali, Colombia. Espacio Colectivo + Opus  
Espacio Colectivo + OPUS (2015). Segunda fase del Corredor Verde de Cali en Colombia en ArchDaily [imagen en internet]. <https://www.archdaily.mx/mx/780028/asi-sera-la-segunda-fase-del-corredor-verde-de-cali-en-colombia>



## Alimentación

La arquitectura y la alimentación siempre han estado relacionadas, no únicamente por los espacios destinados para el almacenamiento, la preparación y consumo de alimentos, sino por tratarse de espacios de convivencia, relación y cohesión social. Las sensaciones que evoca la comida también son compartidas por las experiencias del espacio. Cada vez más se prefieren los espacios abiertos entre cocina y comedor, precisamente por la relación familiar que se logra. Con frecuencia, a nivel urbano, la gente busca la comida del mercado, las mesas en las plazas o las calles que le permiten establecer ese vínculo entre el espacio urbano y la comida.

No obstante, la alimentación tiene muchas aristas y problemas que en la vida actual se están agudizando. Entre otros, podemos mencionar problemas de desigualdad alimentaria y nutricionales, problemas en la producción de alimentos debidos al cambio climático, problemas de almacenamiento de alimentos, en su distribución eficiente y desabasto y, por otro lado, mermas y desperdicio de alimentos. En general, carecemos de un sistema alimentario integral y sustentable.

## Desnutrición

Se pensaba que el hambre en el mundo iba disminuyendo hasta el 2014. Sin embargo, a partir del año 2015 las personas con hambre, medida por la prevalencia de la desnutrición, van en aumento. Se estima que en 2019 más de 687.8 millones de personas en el mundo sufren de hambre, es decir: el 8.9% de la población mundial (FAO, 2020). Desafortunadamente, debido a la pandemia del COVID-19 se prevé que este número aumentará al menos a 841.4 millones para el año 2030. En el 2019 casi 135 millones de personas en 55 países o territorios (16% del total de la población) estuvieron en crisis alimentaria o peor. Las regiones en donde este porcentaje va en aumento son África (73 millones), Medio Oriente y Asia (43 millones) y América Latina (18.5 millones). Del total de personas en crisis alimentaria, 34 millones en 25 países se debieron a condiciones climáticas extremas. En este mismo año, 144 millones de niños menores de cinco años presentan retraso en su crecimiento (Food Security Information Network, 2020).

Para la medición del hambre se utilizan dos indicadores principales. El primero de ellos es el índice de prevalencia de la desnutrición (PoU) que se basa en datos básicos de la población, como son el sexo, la edad, la altura, la comida que se

CAPÍTULO 5. ALIMENTACIÓN

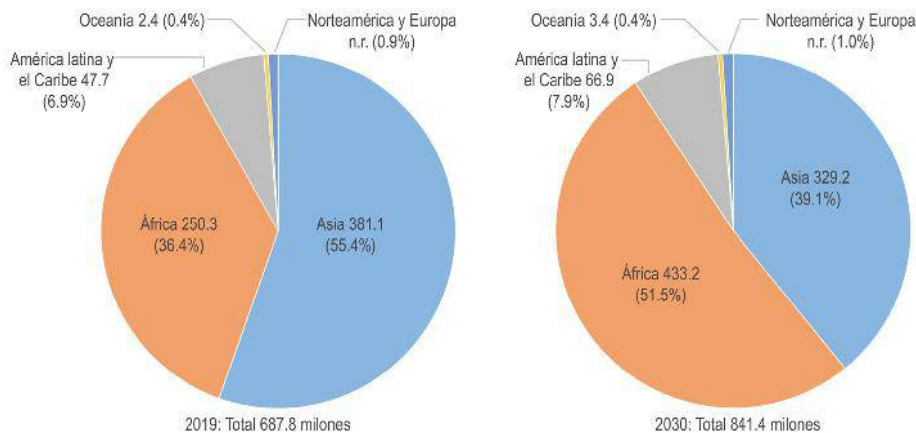


Figura 118 Distribución de la desnutrición en el mundo de acuerdo con las tendencias actuales FAO (2020). The state of food security and nutrition in the world 2020 p.16 [gráfico en publicación]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca9692en/ca9692en.pdf>

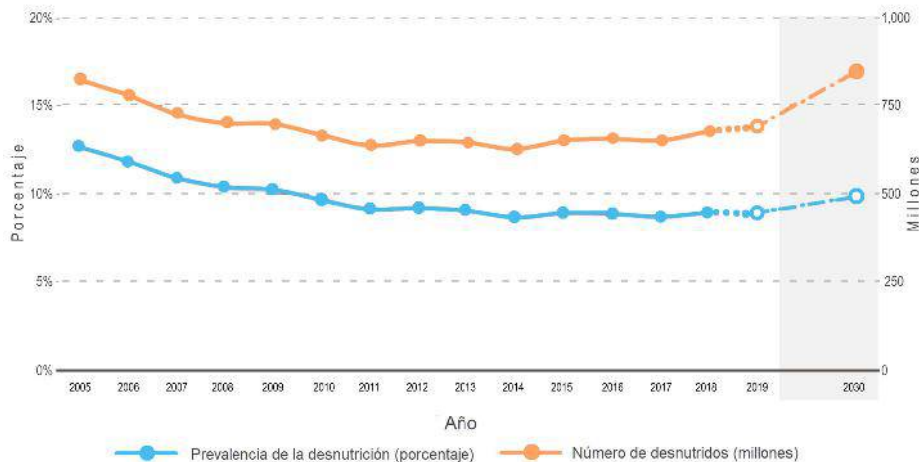


Figura 119 Número de personas desnutridas en el mundo FAO (2020). The state of food security and nutrition in the world 2020 p.4 [gráfico en publicación]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca9692en/ca9692en.pdf>

consume. Este índice muestra las inequidades en la disponibilidad de la comida. A través de él se estima cuánta gente carece de suficiente energía dietética. A nivel mundial el índice PoU en 2019 fue de 8.8%, lo que representa a 673 millones de personas con desnutrición. En América Latina el índice es el 8.7%, representando a 15.2 millones de personas con desnutrición. El reporte de la FAO (2020) también menciona que, a nivel mundial, el 32.8% de las mujeres entre 15 y 49 años presentan anemia. En el año 2016 la prevalencia de anemia en mujeres en edad fértil en México fue de 14.6%, con una ligera tendencia al alta después del 2014, donde anteriormente había estado descendiendo. En América Latina y el Caribe la prevalencia por desnutrición fue de 7.2% en 2019, afectando a 45.9 millones de personas (FAO, 2020).

El segundo indicador es la prevalencia moderada o grave de la inseguridad alimentaria, con base en la Escala de Experiencia de Inseguridad Alimentaria (FIES). Éste se basa en las condiciones y comportamientos que reflejan limitaciones en el acceso a la alimentación. Este índice estima cuánta gente no tiene acceso a suficiente alimento nutritivo debido a la carencia económica o de otros recursos.

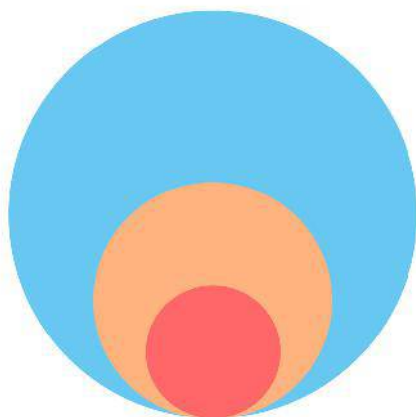
De acuerdo con este índice se presentan tres niveles:

- Seguridad alimentaria: Acceso adecuado a la alimentación tanto en calidad como en cantidad.
- Inseguridad alimentaria moderada: Las personas presentan incertidumbre acerca de su capacidad para obtener alimentos y se han visto obligadas a comprometer la calidad o cantidad de los alimentos que consumen.
- Inseguridad alimentaria severa: personas que se han quedado sin alimentos y pasan uno o varios días sin comer.

Con estos criterios se observa que a nivel mundial hay 2,014 millones de personas en situación de inseguridad alimentaria moderada o severa (más de una cuarta parte de la población) y 704 millones con inseguridad alimentaria severa. En América Latina y el Caribe hay 188 millones de personas en situación moderada o severa y 55 millones en situación grave. Es decir que en América Latina 3 de cada 10 personas tienen algún tipo de inseguridad alimentaria (FAO, 2019a).

De acuerdo con la FAO (2020), en el caso de México, en 2019 había 9 millones de personas con desnutrición (NoP, 7.1%), 14.6 millones de personas con inseguridad alimentaria severa y 44 millones de personas con inseguridad alimentaria moderada o severa (más de una tercera parte de la población). Estos datos se pueden comparar con el 52.4% de personas en situación de pobreza, de los

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)



**Seguridad alimentaria:**  
Acceso adecuado a comida tanto en calidad como en cantidad



**Inseguridad alimentaria moderada:**  
Las personas que experimentan una inseguridad alimentaria moderada enfrentan incertidumbres sobre su capacidad para obtener alimentos y se han visto obligadas a comprometer la calidad y/o cantidad de los alimentos que consumen



**Severa inseguridad alimentaria:**  
Las personas que experimentan una inseguridad alimentaria severa, normalmente se han quedado sin comida y, en el peor de los casos, han pasado un día (o días) sin comer

Indicador 2.1.2  
**Objetivos del Desarrollo Sostenible**  
La prevalencia de moderada o severa inseguridad alimentaria en la población se basa en la Escala de Experiencia de Inseguridad Alimentaria (FIES)



Figura 120 Prevalencia moderada o grave de la inseguridad alimentaria FAO (2020). The state of food security and nutrition in the world 2020 p.19 [gráfico en publicación]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca9692en/ca9692en.pdf>

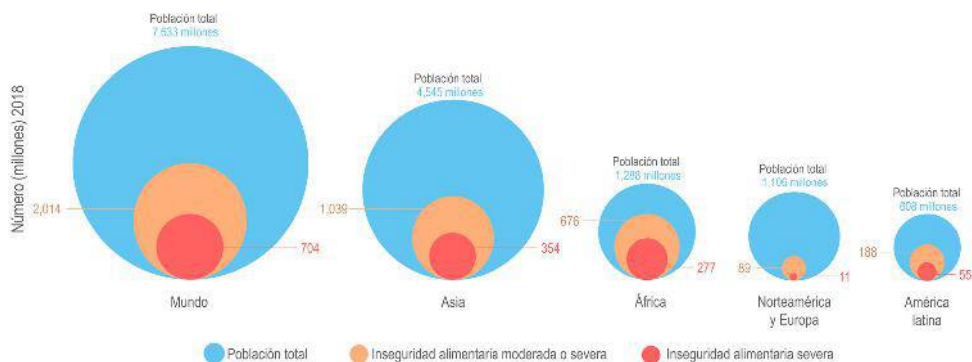


Figura 121 Prevalencia moderada o severa de la inseguridad alimentaria por región 2018 FAO (2019). The state of food security and nutrition in the world 2019 p.20 [gráfico en publicación]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>

cuales 9.3 millones de personas se encontraban en situación de pobreza extrema. De acuerdo con la medición de pobreza del CONEVAL, en 2018, 25.5 millones de personas tenían carencia por acceso a la alimentación (2019). Debido a la pandemia del COVID-19, el CONEVAL estima que en este año 2020, el total de personas en situación de pobreza por ingresos se incrementará entre 7.2% y 7.9%, es decir: entre 8.9 y 9.8 millones de personas; mientras que el número de personas en situación de pobreza extrema por ingresos se incrementará entre 4.9% y 8.5%, lo que representa que entre 6.1 y 10.7 millones de personas más tendrán condiciones de pobreza extrema (CONEVAL, 2020). Todo esto significa que, a partir de este año, la mitad de la población en México es pobre.

De acuerdo con las estadísticas de la FAO (2020), en México hay 200 mil niños con bajo peso y altura y 1.1 millones de niños mal desarrollados, es decir, con menor estatura correspondiente a su edad.

En la figura 123 se observa el porcentaje de personas con inseguridad alimentaria severa o moderada por entidad federativa en el año de 2016. En ella se pueden apreciar las diferencias entre la Ciudad de México con el 11.5% y Tabasco con el 45.3%. (CONEVAL, 2018).

### **Sobrepeso y obesidad**

Paradójicamente, acompañado de los problemas de desnutrición y anemia, también se presentan problemas de sobrepeso y obesidad. Estos problemas se están convirtiendo en un riesgo de salud pública en varias partes del mundo. En 2018 se estima que había 40 millones de niños menores de 5 años, 131 millones entre 5 y 9 años y 207 millones de adolescentes con sobrepeso. El 38.9% de los adultos presentan el mismo problema, lo que equivale a 2 mil millones de personas (FAO, 2019a). Con las tendencias actuales la prevalencia de la obesidad en adultos se incrementará un 40% para el 2025 (FAO, 2020).

En México, se estima que en el 2018 habían 600 mil niños menores de 5 años con sobrepeso y 24.3 millones de adultos mayores de 18 años obesos. De acuerdo con datos del INEGI la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población de 5 a 11 años en 2018 es de 18.1% con sobrepeso y 17.5% con obesidad. Es decir, más de una tercera parte de los niños.

En la población entre 12 y 19 años se presenta en 20.7% de los hombres con sobrepeso y el 15.1% con obesidad, mientras que el 27% de las mujeres presenta-



## CAPÍTULO 5. ALIMENTACIÓN

Regiones/ Subregiones/ Países	Prevalencia de desnutrición en el total de la población		Prevalencia de inseguridad alimentaria en el total de la población		Prevalencia de moderada o severa inseguridad alimentaria en el total de la población		Prevalencia de emaciación en niños (menores de 5 años)		Prevalencia del retraso de crecimiento en niños (menores de 5 años)		Prevalencia de sobrepeso en niños (menores de 5 años)		Prevalencia de obesidad en la población (16 años y mayores)		Prevalencia de anemia entre mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años)		Prevalencia de la lactancia materna exclusiva en lactantes de 0 a 5 meses de edad		Prevalencia de bajo peso en recién nacidos	
	2004-06	2017-19	2014-16	2017-19	2014-16	2017-19	2019	2012	2019	2012	2019	2012	2016	2012	2016	2012	2019	2012	2015	
	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)	(mln.)
MUNDO	819.3	673.0	597.6	703.3	1672.6	1948.4	47.0	164.3	144.0	35.4	36.3	574.3	675.7	552.2	613.2	49.9	59.6	20.9	20.5	
América central	11.7	15.2	17.2	23.1	53.5	65.7	0.1	2.6	2.0	1.1	1.1	26.1	30.8	6.9	7.4	0.7	1.1	0.3	0.3	
Belice	<0.1	<0.1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Costa Rica	0.2	0.2	0.2	0.3	1.1	1.3	n.a.	<0.1	n.a.	<0.1	n.a.	0.8	0.9	0.2	0.2	<0.1	n.a.	<0.1	<0.1	
El Salvador	0.6	0.6	0.9	0.9	2.7	2.7	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.9	1.0	0.3	0.4	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	
Guatemala	2.5	2.8	2.6	3.1	6.9	7.8	<0.1	1.0	0.9	0.1	0.1	1.6	2.0	0.7	0.7	0.2	0.2	<0.1	<0.1	
Honduras	1.7	1.3	2.1	2.3	5.1	5.3	n.a.	0.2	n.a.	0.1	n.a.	0.9	1.2	0.3	0.4	0.1	n.a.	<0.1	<0.1	
México	4.7	9.0	9.7	14.6	33.4	44.0	0.2	1.5	1.1	1.0	0.6	20.6	24.0	4.9	5.1	0.3	0.6	0.2	0.2	
Nicaragua	1.3	1.1					n.a.	0.1	n.a.	0.1	n.a.	0.9	0.9	0.2	0.3	<0.1	n.a.	<0.1	<0.1	
Panamá	0.7	0.3					n.a.	0.1	n.a.	<0.1	n.a.	0.5	0.6	0.2	0.2	n.a.	n.a.	<0.1	<0.1	

Figura 122 Número de personas afectadas por desnutrición, Inseguridad alimentaria moderada o severa FAO (2020). The state of food security and nutrition in the world 2020 p.184 (tabla en publicación). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca9692en/ca9692en.pdf>

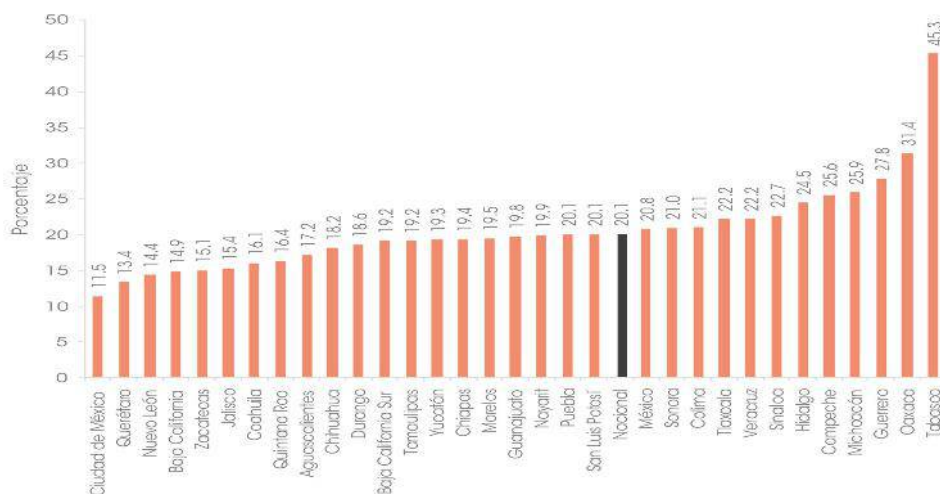


Figura 123 Porcentaje de la población con inseguridad alimentaria severa y moderada 2016 CONEVAL (2019). Principales retos en el ejercicio del derecho a la alimentación nutritiva y de calidad P.13 [gráfico en publicación]. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. [https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos\\_Sociales/Dosieres\\_Derechos\\_Sociales/Retos\\_Derecho\\_Ali.pdf](https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Dosieres_Derechos_Sociales/Retos_Derecho_Ali.pdf)

ron sobrepeso y el 14.1% obesidad. Con el 23.8% de adolescentes con sobrepeso y 14.6% con obesidad, nos da un total de 38.4% (INEGI, 2018).

Para la población adulta con más de 20 años los datos son alarmantes, el 76.8% de las mujeres tiene sobrepeso u obesidad (36.6% y 40.2% respectivamente), mientras que en los hombres en 73% presentan sobrepeso u obesidad (42.5% y 30.5% respectivamente) (INEGI, 2018).

A nivel mundial, México ocupa el segundo lugar en obesidad de la población adulta solo después de los Estados Unidos y, de acuerdo con datos del Organismo para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2017), las proyecciones de población obesa pueden aumentar a cuatro de cada diez personas para el año 2030.

Las principales causas de la obesidad son la ingesta de alimentos con alto contenido calórico y la poca actividad física debido al aumento del sedentarismo de muchas formas de trabajo. Como consecuencia se han incrementado las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, trastornos del aparato locomotor como la osteoartritis, y algunos tipos de cánceres. Estos problemas de salud implican una carga muy fuerte para el sistema de salud de todos los países que deben atender a los pacientes y todos sus padecimientos. Para reducir el riesgo de la obesidad es necesario evitar sus causas, es decir, tener una buena alimentación baja en calorías y fomentar el ejercicio físico. Es decir que se debe contar con seguridad alimentaria y seguridad nutricional.

“Por lo general se define la seguridad alimentaria como el acceso de todas las personas, en todo momento, a los alimentos que se requieren para llevar una vida saludable y activa. Se acepta ahora ampliamente que la mayor parte de la malnutrición en los países en desarrollo se debe al consumo insuficiente de proteína y energía, que a menudo se asocia con enfermedades infecciosas”. (Latham, 2002)

## Derecho a la alimentación

El derecho a la alimentación plasmado en la Declaración Universal de los Derechos Humanos Naciones Unidas, (2010) se describe como:

“El derecho a la alimentación adecuada se ejerce cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea solo o en común con

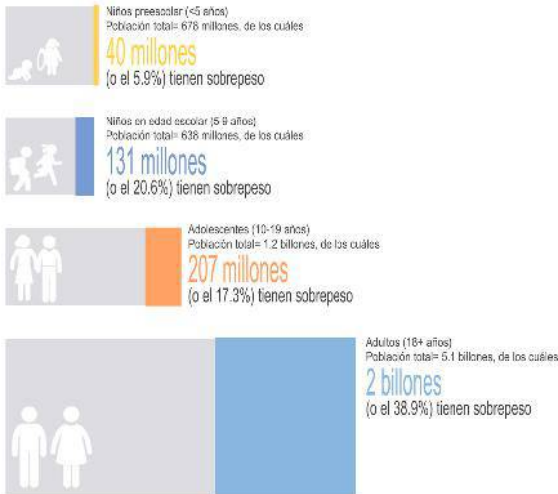


Figura 124 Personas con sobrepeso a nivel mundial por grupo de edades  
FAO (2019). The state of food security and nutrition in the world 2019 p.33 [gráfico en publicación]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>

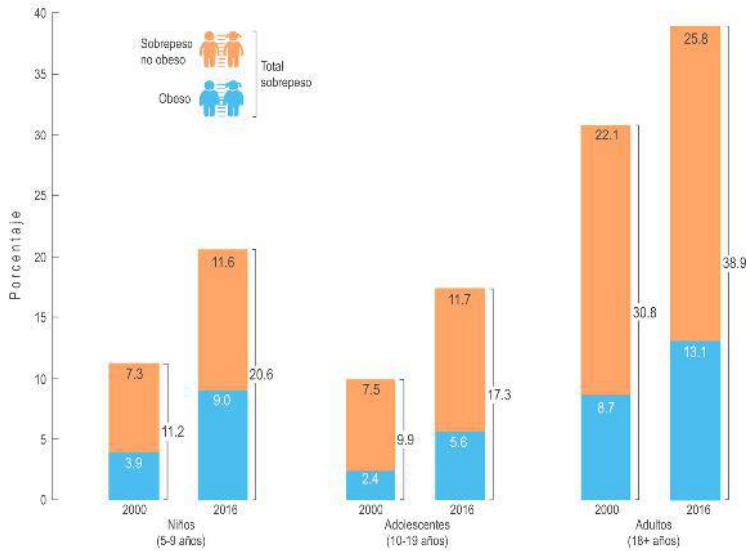


Figura 125 Relación entre sobrepeso y obesidad a nivel mundial por grupo de edades  
Ibíd., p. 35 [gráfico en publicación].  
<http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>

otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada o a medios para obtenerla [...].

La disponibilidad requiere que, por una parte, la alimentación se pueda obtener de recursos naturales ya sea mediante la producción de alimentos, el cultivo de la tierra y la ganadería, o mediante otra forma de obtener alimento, como la pesca, la caza o la recolección. Pero, por otra parte, significa que los alimentos deben estar disponibles para su venta en mercados y comercios.

La accesibilidad requiere que esté garantizado el acceso económico y físico a la alimentación. La accesibilidad económica significa que los alimentos deben estar al alcance de las personas desde el punto de vista económico. Las personas deben estar en condiciones de permitirse la adquisición de alimentos para tener una dieta adecuada sin comprometer en modo alguno otras necesidades básicas, como las matrículas escolares, los medicamentos, o el alquiler [...] Por accesibilidad física se entiende que los alimentos deben estar accesibles a todos, incluidos los individuos físicamente vulnerables, como los niños, los enfermos, las personas con discapacidad o las personas de edad, a quienes puede resultar difícil salir para obtener alimentos [...]

Por alimento adecuado se entiende que la alimentación debe satisfacer las necesidades de dieta teniendo en cuenta la edad de la persona, sus condiciones de vida, salud, ocupación, sexo, etc [...] los alimentos deben ser seguros para el consumo humano [...] además debe ser culturalmente aceptable” (Ibid).

Es decir que se debe contar con seguridad alimentaria y seguridad nutricional.

“El derecho a la alimentación NO es lo mismo que un derecho a ser alimentado. Muchos presumen que el derecho a la alimentación significa que el gobierno debe entregar alimentos en forma gratuita a quien los necesiten[...] El derecho a la alimentación no es un derecho a ser alimentado, sino principalmente el derecho a alimentarse en condicio-

CAPÍTULO 5. ALIMENTACIÓN

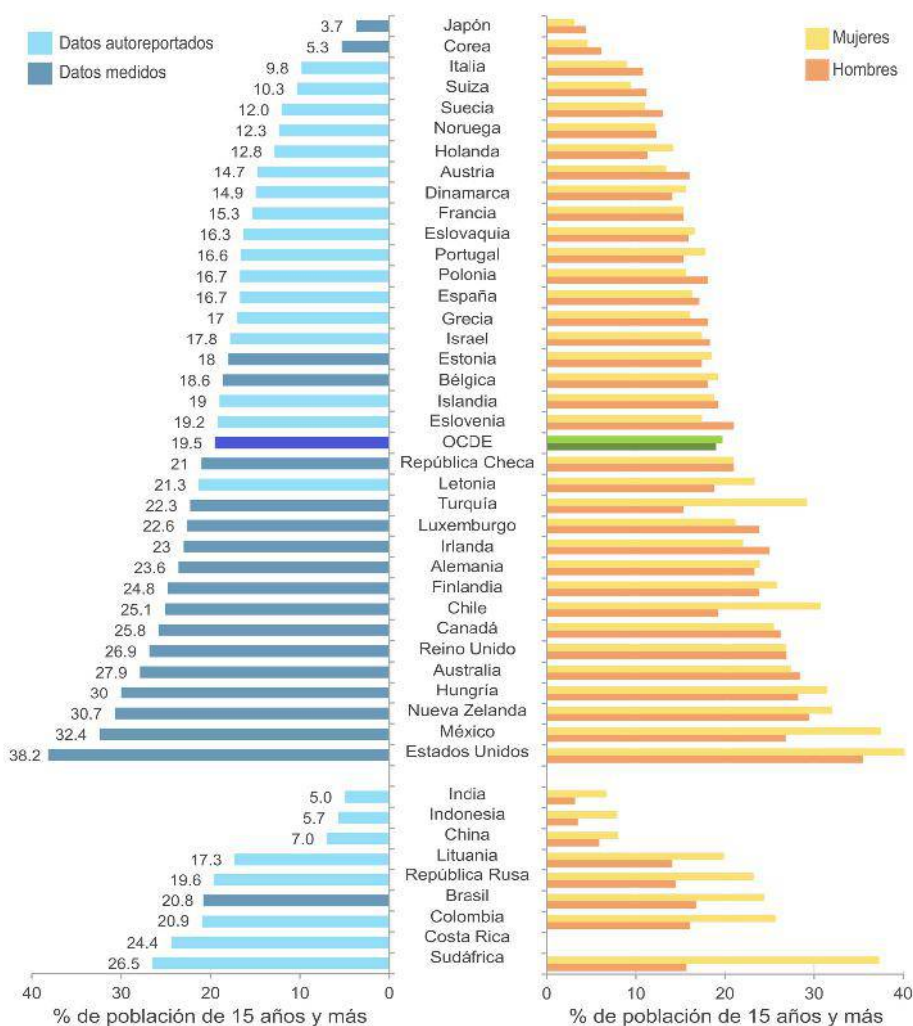


Figura 126 Obesidad en adultos 2017

OECD (2017). OECD Health Statistics 2017 (2017). Obesity Update 2017 p.3 [gráfico en publicación]. <https://www.oecd.org/els/health-systems/Obesity-Update-2017.pdf>



nes de dignidad. Se espera que las personas satisfagan sus propias necesidades con su propio esfuerzo y utilizando sus propios recursos [...] El derecho a la alimentación requiere que los Estados provean una atmósfera propicia en que las personas puedan utilizar su plena potencialidad para producir o adquirir alimentación adecuada para ellos mismos y sus familias [...]” (Ibid).

## Producción alimentaria

De acuerdo con datos del Banco Mundial (2020), en 2018 el 44.73% de la población mundial vivía en zonas rurales, mientras que en México el 19.84% era rural. Esto implica la alta emigración hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades de vida, mientras el campo es abandonado debido a las carencias que se tienen.

De acuerdo con datos censales (INEGI, 2020) en el primer trimestre del 2020, el sector primario contribuye a la economía en 3.73% (agricultura, cría y explotación de animales, pesca y caza, y aprovechamiento forestal), el secundario en 31.62% y el terciario en 64.65%.

Se cuenta con 24.6 millones de hectáreas para la agricultura, aunque solamente se cultivan 21.2 millones de hectáreas. 109.8 millones de hectáreas se ocupan para la ganadería y 125 mil hectáreas para acuicultura. La producción agrícola en el 2018 fue de 261 millones de toneladas, la pecuaria de 22 millones de toneladas y la producción pesquera de 2 millones de toneladas. 5.5 millones de personas participan en actividades agrícolas, 938 mil personas en actividades ganaderas y 162 mil en pesca y acuicultura (SADR, 2019). México se ubica en el lugar número 11 en producción de alimentos a nivel mundial.

De acuerdo con la balanza de productos agropecuarios y agroindustriales, a partir del 2015 se ha tenido superávit en la balanza comercial, es decir que a partir de ese año la exportación de alimentos es mayor que la importación (FAO, 2019c). En el periodo de enero a agosto del 2020 la balanza de productos agrícolas tuvo un saldo positivo de 4,492 millones de dólares. En cuanto a los productos agroindustriales las exportaciones fueron mayores que las importaciones representando un superávit de 4,455 MDD (SIAP, 2020).

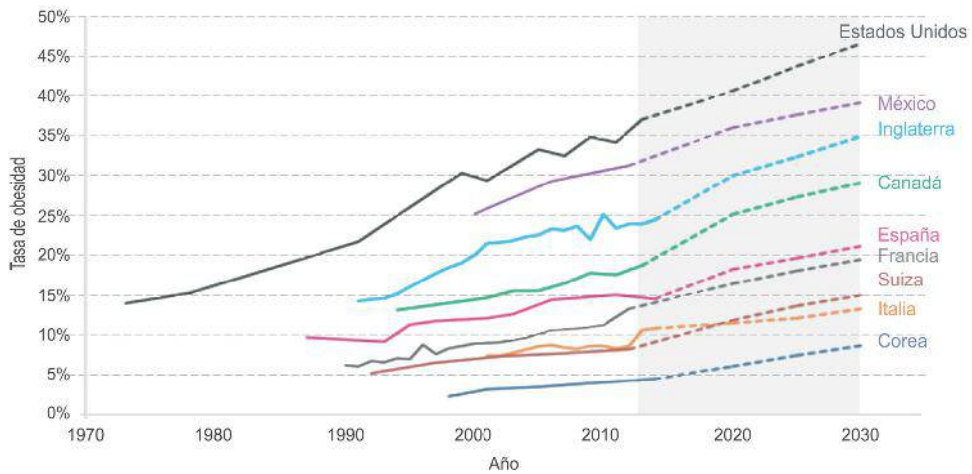


Figura 127 Tasas proyectadas de obesidad 2015  
 OECD (2017), OECD Health Statistics 2017 (2017). Obesity Update 2017 p.6 [gráfico en publicación].  
<https://www.oecd.org/els/health-systems/Obesity-Update-2017.pdf>

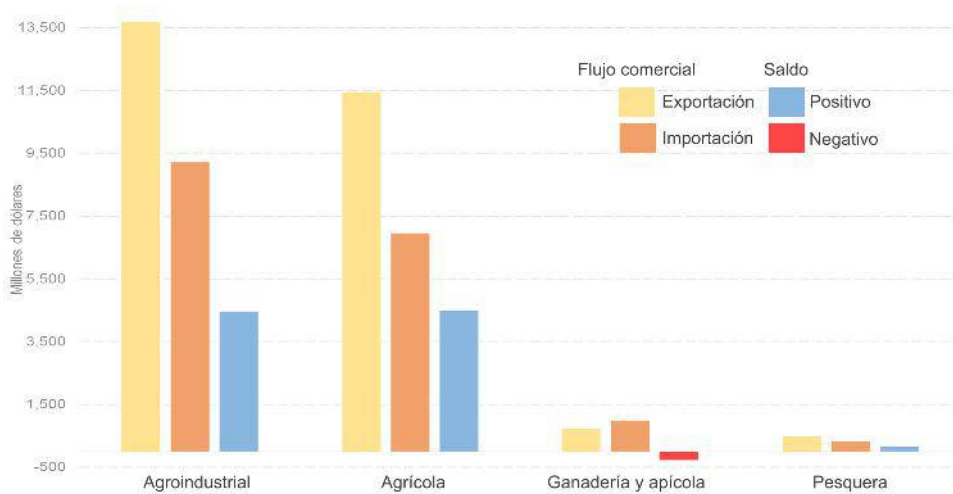


Figura 128 Balanza comercial agropecuaria y agroindustrial enero-abril 2020  
 SIAP (2020). Análisis de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México agosto 2020 p.3 [imagen].  
 Secretaría de Agricultura – Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/584692/Balanza\\_Comercial\\_Agropecuaria\\_y\\_Agroindustrial\\_oct\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/584692/Balanza_Comercial_Agropecuaria_y_Agroindustrial_oct_2020.pdf)

## Información, educación y comercialización

Además de asegurar la seguridad alimentaria y nutricional, es necesario hacer campañas de información, educación y de comercialización con relación a la alimentación sana. Algunas de ellas podrían ser:

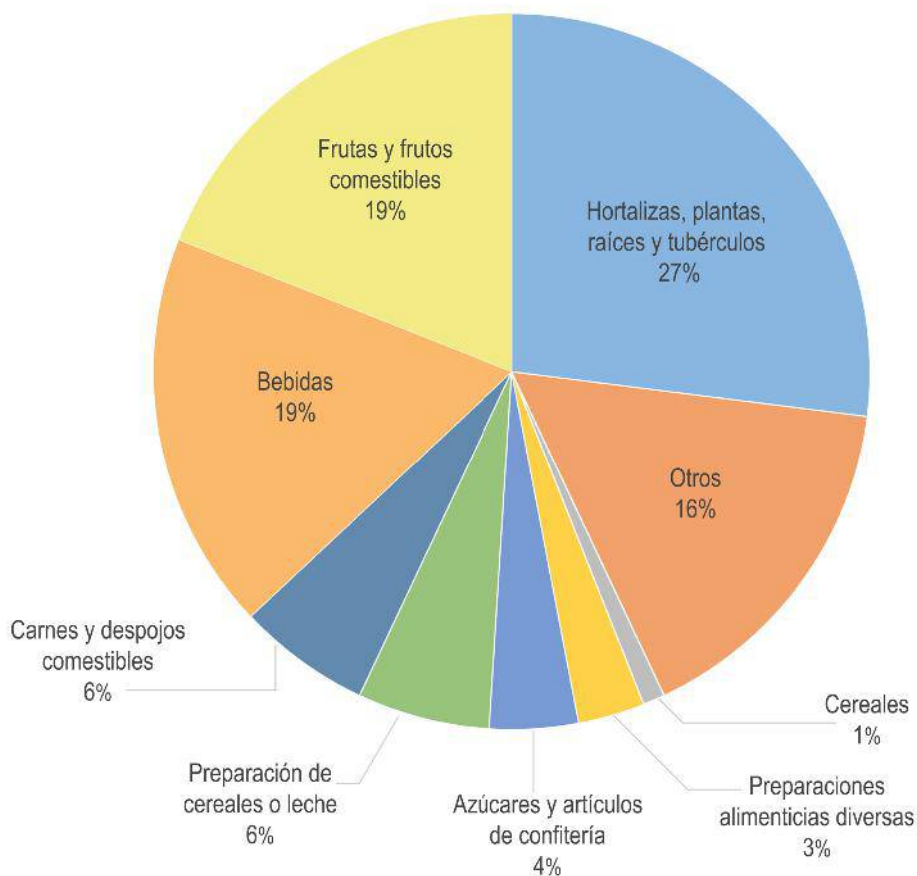
- Campañas para promover opciones de alimentación saludable.
- Campañas para promover la producción de alimentos en huertos urbanos.
- Campañas para la siembra de árboles frutales adaptados al clima local.
- Campañas para promover la lactancia materna.
- Campañas de alimentación saludable en escuelas.
- Elaboración de guías nutricionales y dietéticas basadas en alimentos.
- Etiquetado nutricional en productos alimenticios envasados o empaquetados.
- Campañas para promover el ejercicio y actividad física.
- Guías para el ejercicio y actividades físicas.
- Campañas para consumir solo lo necesario, compartir el alimento y no desperdiciarlo.

Todas estas campañas pueden hacerse en distintos medios de comunicación impresos y digitales.

## Sedentarismo

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, mueren aproximadamente 2 millones de personas al año debido a la falta de actividad física. El sedentarismo incrementa las causas de mortalidad al duplicar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad. También se incrementa el riesgo de cáncer de colon, presión sanguínea alta, trastornos de lípidos, osteoporosis, depresión y ansiedad. Entre el 60 y 85% de las personas en el mundo (tanto en países desarrollados como en desarrollo) llevan vidas sedentarias [...] (WHO, 2002).

Datos del INEGI muestran que en México el 57.9% de la población de más de 17 años de edad es inactiva físicamente, sin embargo, el 41.4% de las personas que sí declararon ser activas físicamente, se ejercitan con un nivel inferior al re-



\* La suma de los porcentajes de la balanza comercial de mercancías de México puede no sumar cien por ciento debido al redondeo. Cifras al 10 de abril de 2020

Figura 129 Exportaciones agropecuarias y agroindustriales enero-febrero 2020 SADR (2020). Balanza Agropecuaria y Agroindustrial de México con el mundo correspondiente al periodo enero-febrero 2020 [gráfico]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

comendado por la OMS. El 30.5% de las personas que realizan actividad física lo hacen en instalaciones privadas (INEGI, 2020).

Debido que cada vez el trabajo en casa es más frecuente, y particularmente por las restricciones impuestas por la pandemia COVID19, es necesario promover el ejercicio en espacios interiores o exteriores en casa, para que todas las viviendas y conjuntos habitacionales puedan contar con espacios destinados al ejercicio físico de sus habitantes. La Organización Mundial de la Salud recomienda actividad física semanal de 150 minutos para una intensidad moderada y 75 minutos para una actividad física vigorosa o intensa (United Nations, 2020). El ejercicio físico es posible en casa aún en espacios reducidos y sin equipo especial. Algunas actividades pueden ser: estiramientos, subir escaleras, bailar, o incluso el propio trabajo doméstico; si se cuenta con internet hay muchos recursos gratuitos para mantenerse en forma y juegos de acondicionamiento físico. El diseño industrial puede diseñar equipos de distinto tipo para el ejercicio pensando en su utilización en espacios reducidos y almacenaje o guardado igualmente pequeño.

Por otro lado, el automóvil se ha ido apoderando de los calles y espacios urbanos. Es indispensable que las ciudades recuperen su escala humana, por medio de impulsar la peatonalización, ciclovías, corredores verdes, plazas y parques urbanos. Existe una contradicción entre la movilidad peatonal y vehicular, simplemente por la velocidad de desplazamientos y la ocupación del espacio urbano. La movilidad en las ciudades debe basarse en esquemas bien estructurados, en donde los vehículos motorizados, ya sean automóviles particulares, transporte público, transporte de carga, camiones de servicios y motocicletas, estén articulados en un plan integral de movilidad vehicular. La movilidad peatonal debe permitir recorridos seguros a través de corredores verdes y calles peatonales de manera separada de los vehículos automotores. Esto sin duda favorecerá la actividad física de las personas desincentivando el sedentarismo. Un ejemplo de esta solución alternativa es la ciudad de Vitoria Gasteiz en el país vasco español.

“En la ciudad el total de viajes en coche se ha reducido del 37% en 2008 a un 23% en 2016 y la idea es que en los próximos 5 años solo un 16 por ciento de los viajes en la ciudad sean en coche privado. Y esto lo ha conseguido, entre otras cosas, gracias a la implantación de la Súpermanzana. Un concepto de organización del tráfico que la capital alavesa lleva experimentando desde 2008 y que comenzó con el



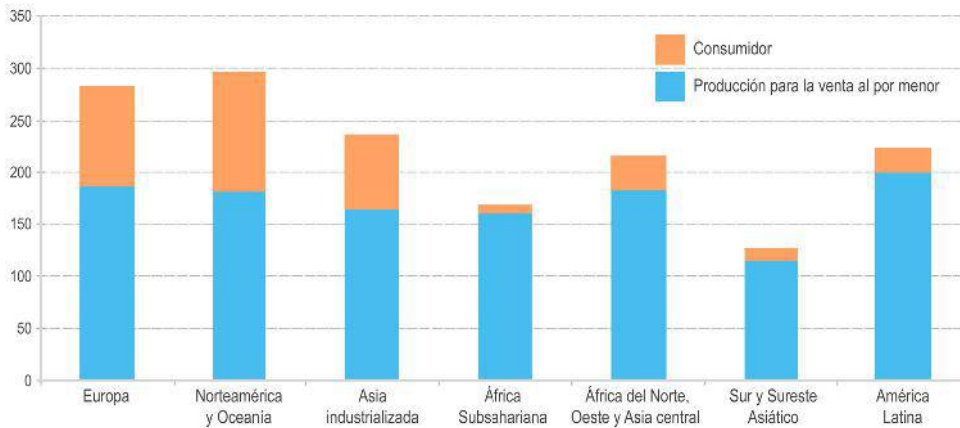


Figura 130 Pérdidas y desperdicio de comida per cápita en las etapas de consumo y pre-consumo en diferentes regiones

FAO (2011). Global Food Losses and Food Waste p.5 [gráfico en publicación]. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<http://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

concepto de Supermanzana en el centro de la ciudad, con la que ya se ha conseguido rebajar tanto el tráfico, que la contaminación por dióxido de nitrógeno ha caído un 42% y un 38 % en partículas, y de paso, la contaminación acústica también ha bajado. Y vistos los resultados, la ciudad planea extenderlo a todos sus barrios y convertirse en la primera ciudad del mundo en tener un sistema integral de Supermanzanas.”

(Cristina Enea Fundazioa, 2020)

## Producción Urbana de Alimentos

El 55% de la población vive en zonas urbanas y consume más del 70% de la producción de alimentos, y se prevé que para el año 2050 dos terceras partes de la población será urbana. Por otro lado, se pierde casi una tercera parte de los alimentos producidos para consumo humano y el 50% de los residuos urbanos corresponden a desechos de alimentos y residuos vegetales (FAO, 2019b).

Las pérdidas de alimento per cápita en Europa y Norteamérica son entre 280 y 300 kg/año. En África Subsahariana y Sur/sureste de Asia esta pérdida es de 120-170 kg/año, mientras que en América latina se acerca a 225 kg/año. El desperdicio per cápita por parte de los consumidores es entre 95 y 115 kg/año en Europa y Norteamérica, en comparación con África subsahariana y el sur/sureste de Asia con solo 6 y 11 kg/año. En América latina el desperdicio de los consumidores es de alrededor de 25 kg/año (FAO, 2011).

En México se desperdician 20.4 millones de toneladas de alimentos cada año, un promedio de 158 kilos por persona, lo que representa casi medio kg por persona al día (FORBES, 2020). En 2017, la generación de residuos sólidos urbanos fue de 44.6 millones de toneladas, es decir 0.98 kg en promedio diario por habitante, de los cuales el 51.6% corresponde a residuos orgánicos (0.5 kg/habitante día) (SEMARNAT, 2018).

Para disminuir las pérdidas y tener seguridad alimentaria y nutricional, es necesario estructurar los sistemas y la infraestructura alimentarios fortaleciendo la relación rural-urbana. Estos sistemas deben ser más eficientes, inclusivos y resilientes ante los cambios climáticos. Las zonas rurales periféricas y la propia ciudad deben constituirse un sistema productivo sostenible y participativo.

En la Agenda Alimentaria Urbana (FAO, 2019b) se establecen varias políticas para la resiliencia y sostenibilidad. En ella se establece que “Los sistemas alimen-

Relación entre ámbitos de la bioeconomía y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

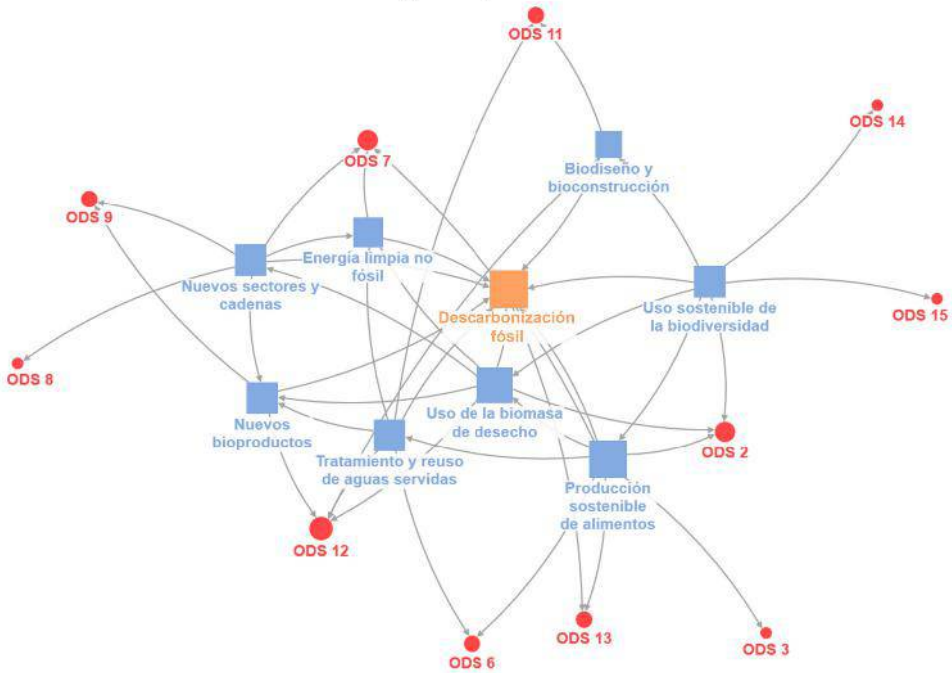


Figura 131 Bioeconomía y la Agenda de Desarrollo 2030  
 CEPAL (2017). Bioeconomía en América Latina y el Caribe p.28 [figura en publicación]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.  
[https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/42427/S1701022\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/42427/S1701022_es.pdf)

tarios pueden contribuir de forma importante a incrementar la resiliencia y la sostenibilidad de las zonas urbanas, dada la función que desempeñan en conformar los patrones de uso de la tierra, consumo y eliminación de desechos, así como por su notable contribución al cambio climático.” Y establece varios elementos a considerar: Apoyar principios de una bioeconomía circular, cuyo objetivo es utilizar los recursos naturales durante más tiempo y, en la medida de lo posible, evitar los desechos y la contaminación ambiental, al tiempo de que se crean oportunidades de avance económico. “En las zonas urbanas, las estrategias de bioeconomía circular centradas en el desarrollo de políticas y prácticas alimentarias ambientalmente responsables que minimicen las pérdidas y el desperdicio de alimentos, aumenten el aprovechamiento de los subproductos y coproductos de la industria alimentaria y establezcan una sólida infraestructura de compostaje pueden hacer una contribución importante a la resiliencia y la sostenibilidad de los sistemas alimentarios” (FAO, 2019b).

### **Productividad alimentaria**

Sin duda el cambio climático está afectando la producción de alimentos en distintas partes del mundo. Ya en 2018 en Guatemala se perdieron 180 mil hectáreas de cultivos, principalmente de maíz y frijol, afectando a 291,750 familias (MAGA, 2018). Este daño en las cosechas se debió a la falta de lluvia, la cual se retrasó y desfasó con respecto a los ciclos de cultivos que normalmente se esperan.

El incremento de temperaturas, principalmente en las zonas intertropicales, las alteraciones en los ciclos de lluvia, el aumento en las tormentas y huracanes, etc. sin duda afectarán la producción de alimentos y su almacenaje. Por ello se debe pensar en la estructuración del sistema agroalimentario. Este sistema integral debe considerar a las zonas rurales, las zonas agrícolas periurbanas, a la ciudad misma e incluso a la producción en el hogar.

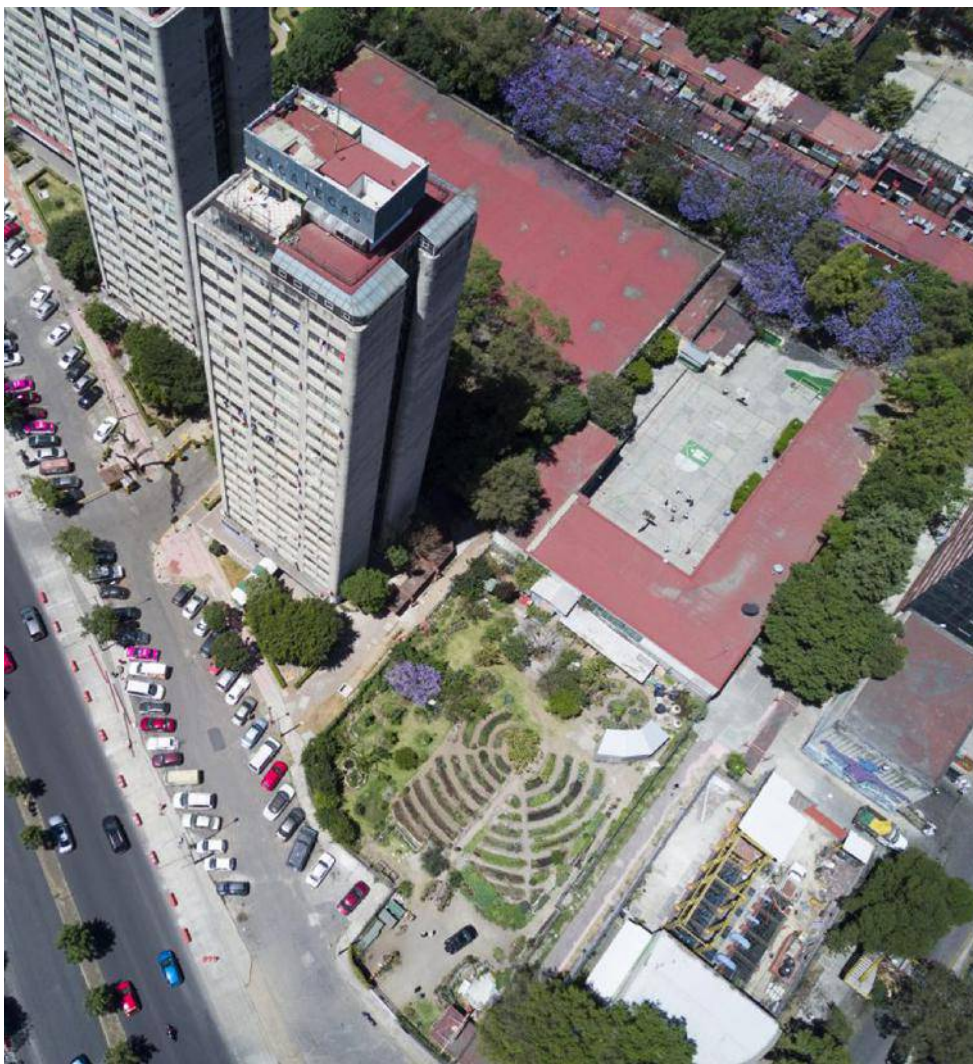


Figura 132 Huerto urbano Tlatelolco  
CultiCiudad (sf). Galería [imagen en internet].  
<http://www.culticiudad.org>



## Producción periurbana y urbana

“En el sistema regional alimentario de la ciudad, la agricultura en las zonas periurbanas y rurales es fundamental para el suministro de alimentos a los centros urbanos, y contribuye al empleo, al sustento, nutrición y resiliencia ambiental” (FAO, 2014). Este sistema se ve reforzado por la producción interna en la ciudad, a través de huertos urbanos, mercados orgánicos locales, azoteas verdes, jardines productivos y huertos familiares.

Actualmente hay muchos ejemplos de movimientos ecologistas que promueven no solo la producción local urbana, sino también una visión integral de permacultura. *Slow Movement* (2020) es uno de ellos, pues tiene por objetivo abordar la “pobreza de tiempo”, es decir romper con la vorágine en la que se vive actualmente en las ciudades. Entre varias propuestas está *Slow Food*, en donde se trata de preservar la cultura culinaria local, preservar las plantas y semillas comestibles y animales de granja, y propiciar la producción local. Este movimiento nació en Italia en 1980 como respuesta ante la comida *fast food*. Otros ejemplos son *Neuer Frankfurter Garten*, que promueve el lema “Cosecha tu propia comida” (2020) o *City Farm* (2020) en Alemania, o el programa *Earthworks Urban Farm* en Detroit, USA (2020).

En México se tiene el huerto urbano comunitario Huerto Romita (Permacultura México, 2020), que es una comunidad de agricultura regenerativa y permacultura que promueve y difunde la conciencia ambiental y alimentaria a través del cultivo de alimentos orgánicos y locales; y Huerto Tlatelolco (CultiCiudad, 2020) en donde conciben a la agricultura urbana como una herramienta de profunda transformación social, combatir el cambio climático y brindar seguridad alimentaria (Schwartzman, 2018) y varios ejemplos más de un movimiento de permacultura que cada vez toma más fuerza en las ciudades de todo el mundo.

La visión más amplia de todos estos ejemplos se basa en el diseño regenerativo, como aquellos procesos que restauran, renuevan y revitalizan no solo los espacios, sino de manera integral a todo el ecosistema urbano a través de conceptos sistémicos y de permacultura, teniendo como centro a la sociedad y la naturaleza.

Las azoteas verdes y superficies naturadas están siendo implementadas en muchos lugares; sin embargo, sería más benéfico si estos espacios fueran productivos con plantas comestibles, ya sea con hierbas comestibles y medicinales, hortalizas e incluso especies frutales. De hecho, todos los jardines domésticos pueden ser

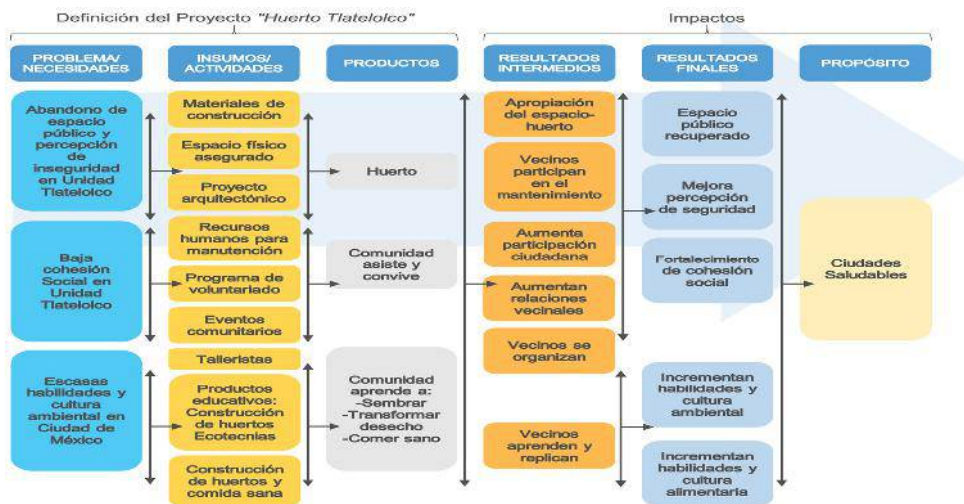


Figura 133 Proyecto "Huerto Tlatelolco" definición e impactos CultiCiudad (sf). [figura].  
<http://www.culticiudad.org>

utilizados de manera productiva como huertos familiares, abonando a la alimentación, nutrición y a la economía familiar.

Los huertos domésticos no requieren grandes áreas para desarrollarse. Cualquier jardín, azotea, terraza, balcón o incluso el alfeizar de la ventana, puede ser utilizado para la producción de alimentos. Existen diversos métodos para optimizar la producción sostenible de alimentos, por ejemplo, las camas biodinámicas o cultivo biointensivo, hidropónica, plantación horizontal o vertical de cultivos, etc.

Algunos ejemplos exitosos son los sistemas intensivos sustentables que se llevan a cabo en grandes superficies de invernaderos en los Países Bajos. Para tener un punto de referencia, en el 2018 el rendimiento del cultivo de tomates fue de 50.89 kg/m<sup>2</sup> en los Países Bajos, 9.68 kg/m<sup>2</sup> en Estados Unidos y 5.05 kg/m<sup>2</sup> en México (FAO, 2018).

Otro buen sistema son los huertos hidropónicos verticales. Estos sistemas aumentan la producción enormemente en áreas reducidas de cultivo y con consumos muy bajos de agua comparados con cultivos tradicionales. Por ejemplo, el consumo de agua en campo abierto se estima entre 100 y 300 litros/kg de tomate fresco. Comparado con 4 litros/kg en los invernaderos avanzados cerrados en los países bajos, lo cual significa un ahorro en agua del 96%. En invernaderos cerrados con alta tecnología en hidroponía, el consumo de agua puede estar entre 1 y 4 litros/kg de tomate fresco (Nederhoff, 2010).

Sin embargo, la producción de alimentos también puede darse a nivel doméstico. En la actualidad existe mucha información acerca de huertos caseros, en donde se muestran la asociación de plantas y plantas antagónicas, plantas repelentes y métodos de composteo, etc. Existe una gran variedad de plantas que se pueden cultivar, prácticamente todas las hortalizas, incluyendo verduras y legumbres, y también muchas especias y plantas medicinales. Este tipo de producción no solo ayuda a la economía familiar, sino también provee alimentos orgánicos y sustentables que favorecen una mejor nutrición.

## RETOS Y OPORTUNIDADES

El tema de la alimentación es uno de los objetivos prioritarios del Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas. Zero-Hunger o hambre cero planteado para ser alcanzado en el año 2030 es un objetivo difícil de cumplir, no solo por el retraso en su cumplimiento por los gobiernos de muchos países, que se



Figura 134 Invernaderos de alta tecnología en los Países Bajos  
[Imagen de internet]

está acentuando por el confinamiento y las afectaciones económicas impuestas por la pandemia del COVID-19.

## GEODISEÑO

- Articular y estructurar un sistema alimentario integral que incluya a todos los actores involucrados en la producción, almacenamiento, distribución y consumo, en los ámbitos rural, periurbano y urbano.
- Revisar los usos de suelo urbano para evitar la expansión urbana tanto de asentamientos irregulares como de fraccionamientos suburbanos en zonas o parcelas con alta producción de alimentos.
- Destinar espacios públicos poco aprovechados para la promoción de huertos urbanos con el fin de propiciar la cohesión social, la producción de alimentos y apoyar la economía local.
- Impulsar el establecimiento de mercados sustentables que apoyen a productores locales de alimentos orgánicos.
- Promover mercados temporales con venta directa a precio justo de productores a consumidores locales.
- Propiciar el establecimiento de industria local dedicada al procesamiento de alimentos producidos regionalmente.
- Impulsar la actividad física de las personas a través del cuidado y cosecha de vegetales comestibles en múltiples escalas, desde la producción en macetas en ventanas, azotehuelas y patios de casas habitación y departamentos, hasta huertos comunitarios urbanos en azoteas y áreas exteriores.
- Reverdecer el espacio urbano, preferentemente con especies nativas productoras de fruta.
- Realizar campañas de información sobre los productos vegetales locales, sus diferentes usos y ventajas alimenticias.
- Dar preferencia a la producción, venta y consumo de alimentos locales con empaques biodegradables, libres de conservadores químicos y pesticidas.





Figura 135. Regando jardín con vegetales

Grabowska Karolina (2020). Vegetales persona agua jardín [fotografía de internet]. Pexels.  
<https://www.pexels.com/es-es/foto/vegetales-persona-agua-jardin-4750272/>

## ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

- En el diseño de edificios, separar las aguas pluviales y jabonosas (con un tratamiento adecuado), posibilitando su reuso para riego de árboles y vegetales en el mismo predio y las áreas públicas.
- En lugares con requerimientos de calentamiento, instalar invernaderos que además de producir calor, permitan el cultivo intensivo de alimentos todo el año.
- Diseñar azoteas, jardines y terrazas bien orientadas y accesibles al asoleamiento para que sea posible establecer huertos y jardines domésticos.
- Diseñar todos los espacios exteriores empleando plantas comestibles y árboles frutales.
- En los espacios habitacionales prever la colocación de una composta para procesar todos los desechos orgánicos vegetales, produciendo tierra negra y abono natural.
- Si se emplean azoteas o muros verdes, seleccionar las especies vegetales adecuadas al clima y las condiciones locales para que tengan un consumo mínimo de agua y preferentemente puedan producir alguna hoja, fruto o raíz comestible.



Figura 136. Cultivo hidropónico de verduras.  
Buraphon Jatuphon (2017). Vista De Verduras [fotografía de internet]. Pexels.  
<https://www.pexels.com/es-es/foto/vista-de-verduras-348689/>

## Bibliografía

- Banco Mundial. (2020). Población Rural (% de la población total) - México 2018. Banco Mundial.
- City Farm. (2020). City Farm. Obtenido de <https://www.cityfarm.wien/?gartenbausteine>
- Cristina Enea Fundazioa (2020) El futuro de las ciudades sin coches son las supermanzanas de Vitoria/Gasteiz. Obtenido de <https://www.cristinaenea.eus/es/noticias/el-futuro-de-las-ciudades-sin-coches-son-las-supermanzanas-de-vitoria-gasteiz-rejuwk>
- CONEVAL. (2018). Estudio Diagnóstico del Derecho a la Alimentación Nutritiva y de Calidad 2018. Ciudad de México: CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- CONEVAL. (2019). 10 años de medición de pobreza en México, avances y retos en política social. Ciudad de México: CONEVAL Dirección de Información y Comunicación Social.
- CONEVAL. (2020). La política social en el contexto de la pandemia por el virus SAR-CoV-2 (COVID-19) en México. Ciudad de México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Obtenido de [https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Politica\\_Social\\_COVID-19.pdf](https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Politica_Social_COVID-19.pdf)
- CultiCiudad. (2020). Huerto Tlatelolco. Obtenido de <http://www.culticiudad.org/>
- Earthworks Urban Farm. (2020). Earthworks Urban Farm. Obtenido de <https://www.cskdetroit.org/earthworks/>
- FAO. (2011). Global Food Losses and Food Waste. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i2697e.pdf>
- FAO. (2014). Growing Greener Cities in Latin America and the Caribbean. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018). FAOSTAT. (O. d. Agricultura, Editor) Obtenido de Cultivos: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAO. (2019a). The State of Food Security and Nutrition in the World. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization - United Nations.
- FAO. (2019b). Marco de la FAO para la Agenda Alimentaria Urbana. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ca3151es/CA3151ES.pdf>





Figura 137. Plaza de Tequisquiapan, Queretaro, México  
Imagen: Gloria Castorena (2018)



- FAO. (2019c). El Sistema alimentario en México. Ciudad de México: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Rome: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <https://doi.org/10.4060/ca9692en>
- Food Security Information Network. (2020). Global Report on Food Crises. Food Security Information Network - FAO. Obtenido de [https://www.fsinplatform.org/sites/default/files/resources/files/GRFC\\_2020\\_ONLINE\\_200420.pdf](https://www.fsinplatform.org/sites/default/files/resources/files/GRFC_2020_ONLINE_200420.pdf)
- FORBES. (2020). Cada mexicano desperdicia 158 kilos de comida al año. Forbes México. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/cada-mexicano-desperdicia-158-kilos-de-comida-al-ano/>
- INEGI. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Ciudad de México: INEGI - Secretaría de Salud.
- INEGI. (2020). Producto Interno Bruto a Precios Corrientes. INEGI. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/notasinformativas/2020/pib\\_precr/pib\\_precr2020\\_05.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/notasinformativas/2020/pib_precr/pib_precr2020_05.pdf)
- INEGI. (2020). Resultados del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2019. INEGI. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/EstSociodemo/moprade2020.pdf>
- MAGA. (2018). Sistema de Monitoreo de Cultivos - Boletín No. 8. Coordinadora Interinstitucional del Sistema de Monitoreo de Cultivos. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
- Naciones Unidas. (2010). El derecho a la alimentación adecuada - Derechos Humanos. Genova: United Nations.
- Nederhoff, E. (2010). Water use efficiency of tomatoes in green houses and hydroponics. Practical Hydroponics & Greenhouses. Obtenido de <https://edepot.wur.nl/156932>
- Neuer Frankfurter Garten. (2020). Grow Your Own Food. Obtenido de <https://www.neuerfrankfurtergarten.de>
- Latham, Michael (2002) Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Colección FAO: Alimentación y Nutrición No. 29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia.
- OECD. (2017). Obesity Update. OECD Organisation for Economic Co-operation and Development.

- Permacultura México. (2020). Huerto Romita. Obtenido de <https://www.permacultura.org.mx/es/directorio/mx/hr8/huerto-romita/>
- SADR. (2019). Panorama alimentario 2019. México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- SADR. (2020). Balanza Agropecuaria y Agroindustrial de México con el mundo correspondiente al periodo enero-febrero de 2020. Ciudad de México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Schwartzman, K. (2018). Huerto Tlatelolco, espacio de regeneración social y ambiental. (U. d. Colima, Ed.) Colima: Monografía para obtener el Grado de Maestría.
- SEMARNAT. (2018). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Mexico: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX\\_web.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX_web.pdf)
- SIAP. (2020). Análisis de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Slow Movement. (2020). Slow Movement. Obtenido de [https://www.slowmovement.com/slow\\_food.php](https://www.slowmovement.com/slow_food.php)
- United Nations. (2020). The impact of COVID-19 on sport, physical activity and well-being and its effects on social development. Departamento of Economics and Social Affairs - Social Inclusion. Obtenido de <https://www.un.org/development/desa/dspd/2020/05/covid-19-sport/>
- WHO. (4 de April de 2002). Physical inactivity a leading cause of disease and disability, warns WHO. Media Centre. Recuperado el 2020, de <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/release23/en/>



## CAPÍTULO 6

# SANIDAD

La pandemia mundial del año 2020 nos ha hecho entender en unos cuantos días la importancia de las condiciones de sanidad en nuestras ciudades y edificios.

1. Desde las civilizaciones antiguas se determinó que la ubicación, orientación, asoleamiento y ventilación de una construcción son las consideraciones básicas para una edificación saludable.
2. Las principales causas de mortalidad están directa o indirectamente vinculadas a la forma de vida condicionada por el diseño de las ciudades y los edificios.
3. En las viviendas de áreas de escasos recursos, el hacinamiento, falta de agua potable, ventilación insuficiente, entornos contaminados y materiales inadecuados hacen que las enfermedades contagiosas sean las principales causas de muerte de esa población.
4. La Organización Mundial de la Salud considera que la ventilación natural es una de las medidas más eficaces de control de las infecciones en entornos construidos.
5. Entre un 10% y un 30% de los ocupantes de un 30% de los edificios actuales, incluso aquellos diseñados con los estándares vigentes, presentan un conjunto de molestias y enfermedades originadas o estimuladas por el mal diseño u operación de los espacios, a lo que se ha denominado el Síndrome del Edificio Enfermo.



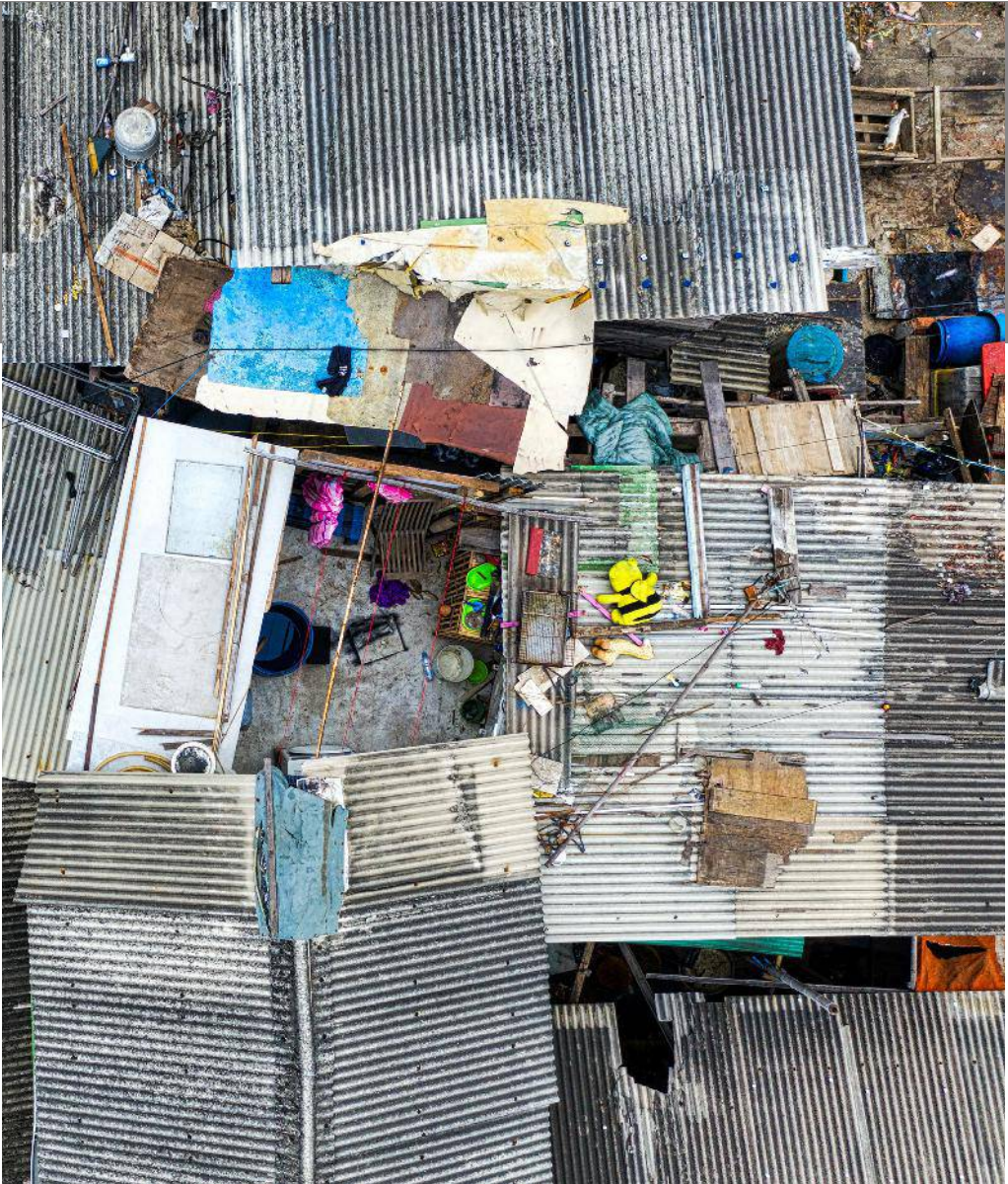


Figura 138. Hacinamiento de casas.  
Tom Fisk (2020). Old poor houses in dirty slum [fotografía de internet. Pexels.  
<https://www.pexels.com/photo/old-poor-houses-in-dirty-slum-6196286/>

## Edificios Saludables y Confortables

Uno de objetivos básicos del diseño y la arquitectura es proveer al ser humano de espacios saludables y confortables para realizar sus actividades.

Los espacios deben ante todo garantizar la salud y bienestar de sus ocupantes, resguardándolos de condiciones climatológicas adversas como la lluvia, el calor, el frío, el viento y la contaminación, entre otros. Asimismo, deben protegerlo de peligros potenciales de otros animales desde microorganismos hasta depredadores. Un espacio saludable también deberá contar con servicios básicos de buena calidad como agua y drenaje.

Adicionalmente los espacios deben proporcionar las condiciones físicas para realizar con comodidad y eficiencia las actividades para las que fueron diseñados incluyendo una adecuada temperatura, humedad, iluminación, ventilación, control de ruido y calidad del aire, entre otros; para ello debemos implementar estrategias de diseño y tecnologías que tengan el menor impacto posible en el medio ambiente.

### Salud

La Organización Mundial de la Salud define a la salud como “el estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Por ello es crítico que el diseño que los espacios, tanto interiores como exteriores, prevenga, promueva y procure la salud y el bienestar de todos los usuarios.

Los problemas de sanidad vinculados a las ciudades y los espacios en los que habitamos se relacionan directamente con la mortalidad y la morbilidad de la población.

### Mortalidad

Dentro de las principales causas de mortalidad a nivel mundial destacan las enfermedades cardíacas isquémicas y los infartos, que son enfermedades no contagiosas con múltiples causas incluyendo el estrés, el sedentarismo, la contaminación y la mala alimentación, entre otras. Todas ellas están relacionadas con una forma de vida cada vez más urbana: alimentación inadecuada, estrés vinculado al





Figura 139. Luminoductos en la azotea del Edificio de Oficinas de la Planta de Cemento Holcim-Apasco en Hermosillo, Sonora.

Proyecto Arquitectónico: P. Llust, F. Ituarte, O. Lopez y F. Platas. Asesoría Bioclimática: A. Figueroa y V. Fuentes

Imagen: A. Figueroa (2011)

tráfico, mala calidad del aire exterior e interior y a la permanencia en un puesto de trabajo durante 8 horas o más cada día.

Sin embargo, en los datos de la OMS para 2016, destaca que la cuarta causa de defunciones a nivel mundial son las infecciones de vías respiratorias bajas, dentro de las que se encuentran las infecciones respiratorias contagiosas por bacterias y virus. Su calificación seguramente cambiará a raíz de las defunciones por la pandemia de COVID-19 del año 2020. Como ha difundido ampliamente la OMS, la forma de evitar la propagación de estas enfermedades es construyendo espacios higiénicos, con agua potable para lavarse las manos constantemente, bien ventilados, donde sea posible realizar la mayoría de las actividades al aire libre y con una sana distancia.

Sin embargo, en el análisis de la OMS se observan diferencias muy significativas entre los países con más altos y más bajos ingresos. En los países de altos ingresos, nueve de las diez principales causas de mortalidad son no contagiosas, siendo la única contagiosa las infecciones respiratorias que ocupa el sexto lugar; lo que indica buenas condiciones de sanidad en los espacios ocupados y habitables, que solo son vulnerables a infecciones respiratorias como el COVID-19.

Asimismo, se observa un claro contraste con los países de bajos ingresos, donde siete de las diez principales causas de mortalidad son contagiosas. La principal causa de muerte son nuevamente las enfermedades de vías respiratorias bajas y la segunda las enfermedades diarreicas, la sexta la malaria (mosquitos) y la séptima la tuberculosis. Todas estas enfermedades están vinculadas a la deficiente sanidad de los espacios construidos y a la mala calidad del aire y el agua en las áreas habitadas.

## Morbilidad

Adicionalmente a los problemas de mortalidad, existe la persistencia de morbilidad entre la población que causa graves problemas sociales y económicos. Como se mencionó anteriormente una de las principales causas de la morbilidad es la falta de sanidad en las edificaciones y la mala calidad del aire y el agua, así como una deficiente planeación y desarrollo de los centros urbanos que ocasionan ambientes poco sanos y estresantes para los habitantes. La morbilidad se puede medir con diferentes índices entre los que destacan años de vida ajustados por discapacidad (disability-adjusted life year, DALYs), años de vida perdidos (years of life lost, YLL)

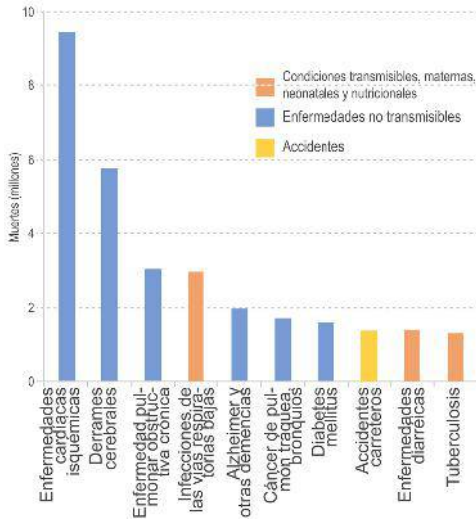


Figura 140 Las 10 principales causas de muertes en el mundo WHO (2020). The top 10 causes of death [gráfico de internet]. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

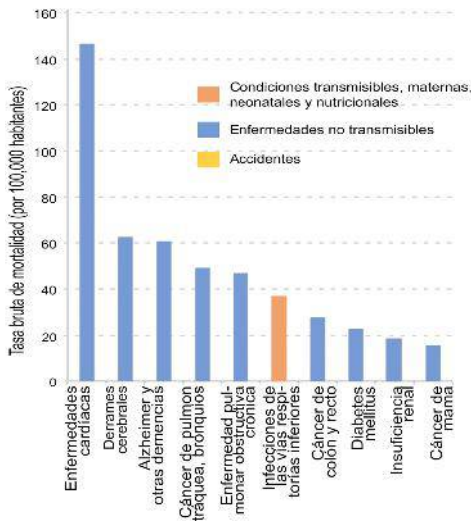


Figura 141 Las 10 principales causas de muertes en países con altos ingresos en el 2016 WHO (2020). The top 10 causes of death [gráfico de internet]. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

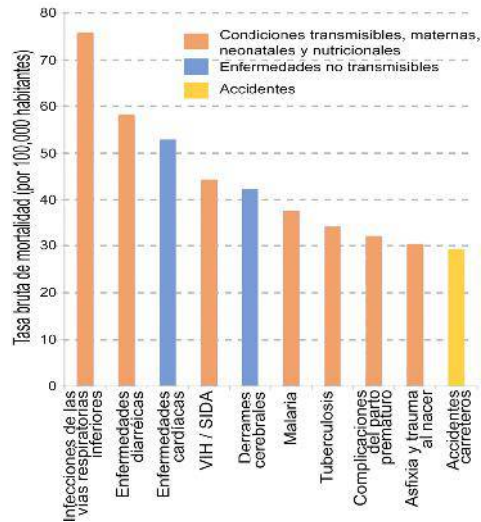


Figura 142 Las 10 principales causas de muertes en países con bajos ingresos en el 2016 WHO (2020). The top 10 causes of death [gráfico de internet]. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

y años perdidos debido a discapacidad (years lost due to disability, YLD). Los datos mundiales y por país se encuentran disponibles en Global Health Estimates 2016 publicados por la Organización Mundial de la Salud.

Con el desarrollo de la Medicina del Trabajo, se ha profundizado en el estudio de factores que enferman a los trabajadores en diferentes actividades. Sus orígenes son tan antiguos como la Grecia de Hipócrates, quien en el siglo V a.C. estudió el efecto del plomo en la salud de los mineros. Se complementa con el concepto de Salud Laboral que promueve el trabajo seguro, saludable y decente. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, cada año se presentan más de 160 millones de casos de enfermedades profesionales (OMT, 2010). Por ello es que se establecieron límites permisibles para diferentes sustancias y ambientes nocivos.

Con la revolución industrial, las enfermedades y los percances asociados a las condiciones de trabajo se multiplicaron, sobre todo las asociadas a accidentes, contaminación de aire, ruido, mala iluminación e inadecuada ventilación, siendo comunes la tuberculosis, la sordera y la ceguera.

Por otra parte, durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX fueron comunes en la población general las enfermedades infecciosas como el paludismo y las epidemias de tifus exantemático, fiebre amarilla y cólera, así como brotes de sarampión, viruela, gripe, escarlatina y difteria. En el fondo del problema subyacía el subdesarrollo económico con un bajo nivel de vida para los trabajadores y las clases sociales más pobres que padecían problemas de alimentación, vestimenta inadecuada, viviendas con higiene deficiente y pésima salubridad pública (agua, drenaje y basura).

A partir de la segunda mitad del siglo XX, se dio un crecimiento exponencial de la población urbana en muchos países y con ello se produjo una transformación de las ciudades y edificaciones. Con el desarrollo y uso masivo de las vacunas disminuyó la incidencia de la mayoría de las enfermedades infecciosas y al mejorar la higiene en las viviendas, aumentaron las expectativas de vida de la población. Se transformaron las fuentes de trabajo y se consolidó el uso del automóvil como medio de transporte. Por lo que, en muy poco tiempo, se presentó un cambio radical en las formas de vida pasando de una población mayoritariamente rural a una predominantemente urbana.

Como consecuencia de estos cambios, aumentó la frecuencia de enfermedades cardíacas y mentales, como la isquemia cardíaca, los infartos y las enfermedades nerviosas degenerativas, demostrando nuevamente la relación entre el diseño

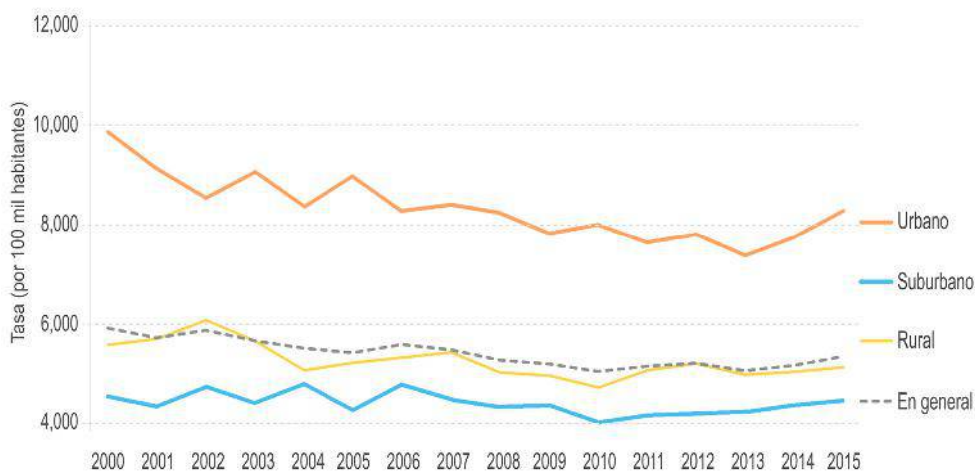


Figura 143 Tasa de años de vida potencial  
 NYSDOM Vital Statistics (sf). Years of Potential life Lost Rate by Geography [gráfico en internet]. Common Ground Health. <https://www.commongroundhealth.org/insights/library/years-of-potential-life-lost-rate-by-geography>

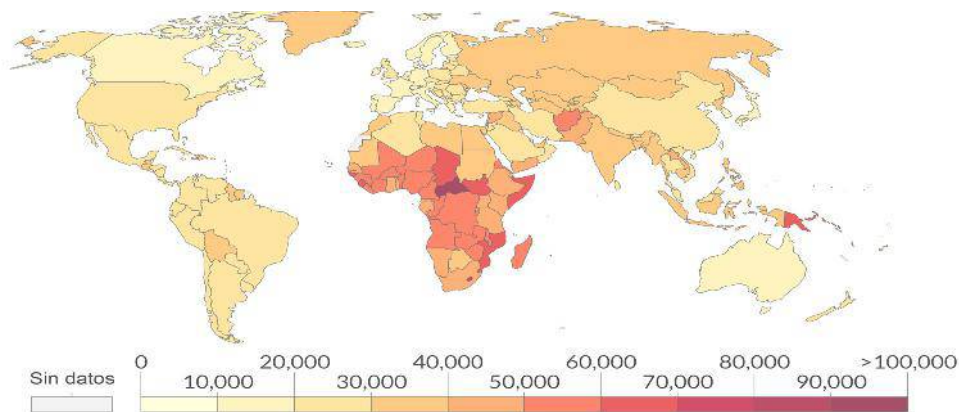


Figura 144 Carga de morbilidad en el mundo  
 IHME, Global Burden of Disease (2018). Burden of disease, 2017 [mapa en internet]. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/dalys-rate-from-all-causes?time=2017>



urbano y arquitectónico -que es una manifestación de la forma de vida- y la salud colectiva e individual.

En este contexto, la pandemia del SARS COVID-19 del año 2020 tiene especial importancia por ser el primer evento realmente mundial, por su rápida propagación y porque confirma que las ciudades y edificios contemporáneos no están pensados para funcionar en forma saludable y autosuficiente. La medida más común ha sido recurrir a la cuarentena y aislamiento de los habitantes en sus viviendas, lo que vuelve más vulnerables a los más pobres que generalmente viven en condiciones de hacinamiento y con servicios deficientes, particularmente de agua y drenaje.

Cuando ha sido posible, algunos países han impuesto este aislamiento a una escala más grande de barrio, colonia, pueblo, ciudad, municipalidad, estado, región e incluso país. En estos casos el diseño regional y urbano tiene un papel preponderante, sobre todo en el transporte y abastecimiento de personas, bienes (fundamentalmente comida) y servicios (primordialmente agua, drenaje, electricidad y comunicaciones).

### **Vitruvio: Antecedentes Históricos del Diseño de Espacios y la Salud de sus Ocupantes**

Desde las primeras civilizaciones se comprendió que existe una relación directa entre el diseño de los espacios y la salud de sus ocupantes. En el primer tratado de arquitectura conocido, escrito en Roma por Marco Vitruvio Polion en el año 27 a. C, publicado en la Edad Media como *De Architectura* y comúnmente conocido como los Diez Libros de la Arquitectura, encontramos que el Libro VI, Capítulo 1 indica “Las condiciones climáticas y la disposición de los edificios” en donde Vitruvio escribe:

*“Los edificios privados estarán correctamente ubicados si se tiene en cuenta, en primer lugar, la latitud y la orientación donde van a levantarse. Muy distinta es la forma de construir en Egipto, en España, en el Ponto, en Roma e igualmente en regiones o tierras que ofrecen características diferentes [...] Como la disposición de la bóveda celeste respecto a la tierra se posiciona según la inclinación del zodiaco y el curso del sol, adquiriendo características muy distintas, exactamente de la misma manera se debe orientar la*



Figura 145 Barrio Marginal en Argentina durante la cuarentena del COVID-19 AFP (2020). Pandemia y miseria. Cuarentena en la villas: hay “remedios” que se parecen bastante a la enfermedad [imagen de artículo periodístico]. La Izquierda Diario. <http://www.laizquierdadiario.com/Cuarentena-en-las-villas-hay-remedios-que-se-parecen-bastante-a-la-enfermedad>

*disposición de los edificios atendiendo a las peculiaridades de cada región y a las diferencias del clima [...] Con la mayor claridad que he podido, he ido explicando las propiedades de los distintos lugares que observamos adaptados por la misma naturaleza; me he referido también a la conveniencia de establecer las peculiaridades de los edificios en una justa adecuación al curso del sol, a las diferencias de sus climas y a la estructura física de sus pueblos.” (2009)*

Es importante señalar que desde la antigüedad se entendió que la salud en los edificios tiene diferentes niveles de acción.

Entre ellas es primordial la ubicación. Debemos asegurarnos de que las ciudades y edificios no estén ubicados en zonas de inundaciones, deslaves, tsunamis, sequía, incendios y otros fenómenos naturales que pongan en riesgo la vida y la salud de sus habitantes. En estos escenarios deben ponderarse adicionalmente los riesgos de las alteraciones y afectaciones a un sitio debidas al cambio climático en el corto y mediano plazo, como el aumento del nivel del mar, el desplazamiento de vectores microbianos y animales, ondas de calor, etc. Es determinante revisar la ubicación de zonas de minas, vertederos industriales, depósitos contaminantes o radioactivos, tiraderos de basura, presas y otras acciones humanas que representan riesgos para la salud.

También se señala que la orientación es otro de los elementos importantes de las construcciones y es fundamental considerarla en su relación con el clima y el sitio. La mala orientación de los edificios es el origen de muchos padecimientos y enfermedades crónicas de sus ocupantes, dado que puede producir espacios extremadamente cálidos o fríos, húmedos o secos, asoleados o sombríos.

Por otra parte, la acción germicida y bactericida del sol en los interiores constituye un elemento natural de gran valor para mantener a los espacios libres de microorganismos, además de proporcionarnos calor e iluminación.

Finalmente menciona Vitrubio a la ventilación, sugiriendo tomar en cuenta los vientos dominantes, así como la ubicación y tamaño de las ventanas para introducir en los espacios aire limpio y fresco, evitando la entrada de aire contaminado “hasta los mismos habitantes, quienes, al inhalarlo con su aliento, sufren las consecuencias que ocasiona un terreno insalubre y pestilente” (*Ibid*).



Figura 146 Acceso a Barrios Marginales en la Paz, Bolivia  
Sanchez-Reyes Carmen (2010). Las dos capitales de Bolivia [imagen de blog en internet]. Mi pequeño viaje. <https://csanchezreyes.wordpress.com/2010/06/02/las-dos-capitales-de-bolivia/>



Por lo tanto, desde las referencias más antiguas que conocemos, se relaciona el estado de salud de los habitantes con al menos cuatro de las condiciones de diseño de los edificios: ubicación, orientación, asoleamiento y ventilación.

## Confort

El confort es “una condición física y mental en la cual se expresa satisfacción con el ambiente circundante” (Standard - ISO 7730).

Los primeros índices de confort tienen su origen en estudios médicos, donde se asociaba la existencia de enfermedades a diferentes condiciones externas de temperatura, humedad, ventilación, iluminación, ruido, agentes químicos, etc. Por lo tanto, hay diferentes tipos de confort tales como higro-térmico, lumínico, acústico, olfativo e incluso psicológico.

## Confort Higro-Térmico y Salud

El término confort se usa con frecuencia para definir las condiciones de temperatura y humedad. Es un anglicismo ampliamente difundido para definir la comodidad de los usuarios en diferentes ambientes. Tomó notoriedad a partir de la segunda mitad del siglo XX, con los estudios de los hermanos Víctor y Adalar Olyay en su libro *Design with Climate* de 1963 y Baruch Givoni con *Man, Climate and Architecture* de 1969, así como los estudios de Otto Koenigsberger (1978) y Steven V. Szokolay (1980).

Estos estudios definen el confort higro-térmico en relación con diferentes parámetros meteorológicos y ambientales, formulando los umbrales o límites adecuados para desarrollar diferentes actividades en espacios interiores. También se proponen diferentes estrategias en función de las condiciones climáticas que son básicamente calentamiento, enfriamiento, ventilación, radiación y humidificación, para los que se desarrollaron o adaptaron herramientas y elementos de análisis para mejorar el diseño arquitectónico de los edificios en su comportamiento físico.

En fechas más recientes, los estudios de Povl Ole Fanger sobre confort predictivo y Richard de Deer han definido el “Confort Adaptativo” como una respuesta dinámica a las condiciones interiores y exteriores de las personas y los edificios, considerando que en algunos climas no es necesario el uso de aire acondicionado o



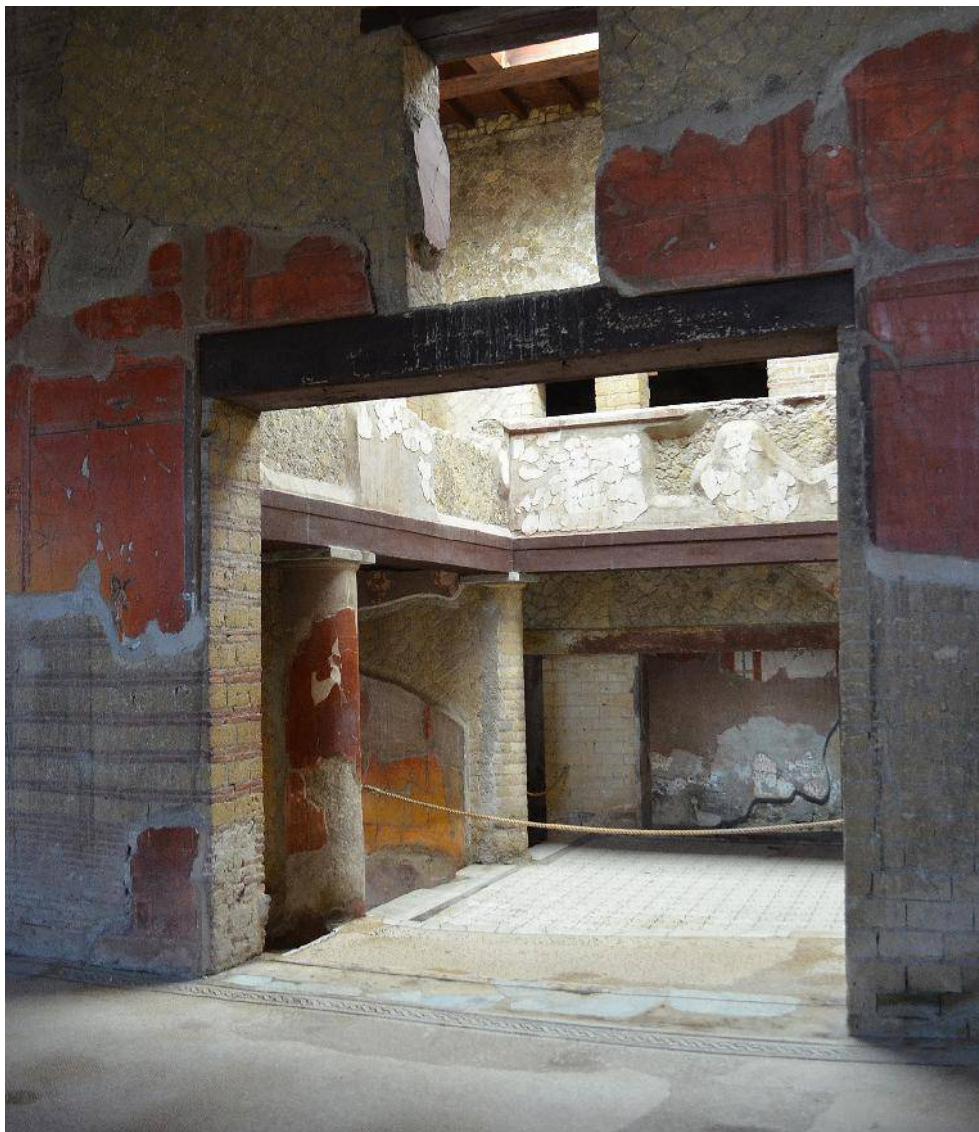


Figura 147. Vivienda Romana siglo I a.C. en Herculano, Italia  
Imagen: A. Figueroa (2019)

solo se requiere durante un periodo del año, ya que la adaptabilidad y la ventilación natural o mecánica tienen un papel fundamental en la percepción de comodidad.

Aún mayor importancia tiene el producir condiciones de confort en los espacios exteriores tales como calles, plazas y parques, volviéndolos confortables y saludables para su uso. Adicionalmente el diseño de los espacios exteriores tiene un papel fundamental en la regulación regional del clima, en el consumo energético de las edificaciones, en su empleo para múltiples actividades recreativas, sociales, comerciales y de transporte y como espacios de transición térmica entre el interior y el exterior. La selección del arbolado urbano, los pavimentos, los elementos arquitectónicos como pórticos, marquesinas, pérgolas y pantallas, así como el mobiliario urbano con bancas, paradores, toldos, fuentes, etc. constituyen elementos clave para conseguir condiciones confortables al exterior.

Necesitamos condiciones equilibradas y estables para realizar nuestras actividades y mantener la salud tanto física como mental. Esto se debe lograr primordialmente a través del diseño de los exteriores y de la envolvente de los edificios.

### **Síndrome de Enfermedad Ligada al Edificio**

Es importante clarificar que el Síndrome Enfermedad Ligada al Edificio (SELE), no es el mismo concepto del llamado Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) puesto que en el primer caso se observa en todos los ocupantes afectados los mismos síntomas clínicamente definidos, diagnosticables y producidos por agentes contaminantes determinados presentes en el edificio. En el caso del SEE, los síntomas son más diversos y no se acompañan de lesión orgánica o signo físico de enfermedad determinada.

Actualmente es muy común pretender controlar las condiciones interiores extremas de frío o calor con sistemas de acondicionamiento de aire. Sin embargo, la instalación de estos equipos se relaciona directamente con varias enfermedades producidas por los edificios, pues uno de los problemas comúnmente asociados a los espacios con aire acondicionado es el llamado “golpe de calor”, que ocasiona enfermedades respiratorias a raíz de un cambio drástico de la temperatura y la humedad, generalmente a la entrada o salida de un edificio o por un enfriamiento o calentamiento excesivo en las salidas de aire acondicionado. “Los médicos advierten que las bajas temperaturas del aire acondicionado debilitan la respuesta inmunológica o defensiva, y máxime en aquellos cuya salud ya está deteriorada. Así, microorganismos saprófitos, es decir, bacterias o virus que viven en diferentes partes del

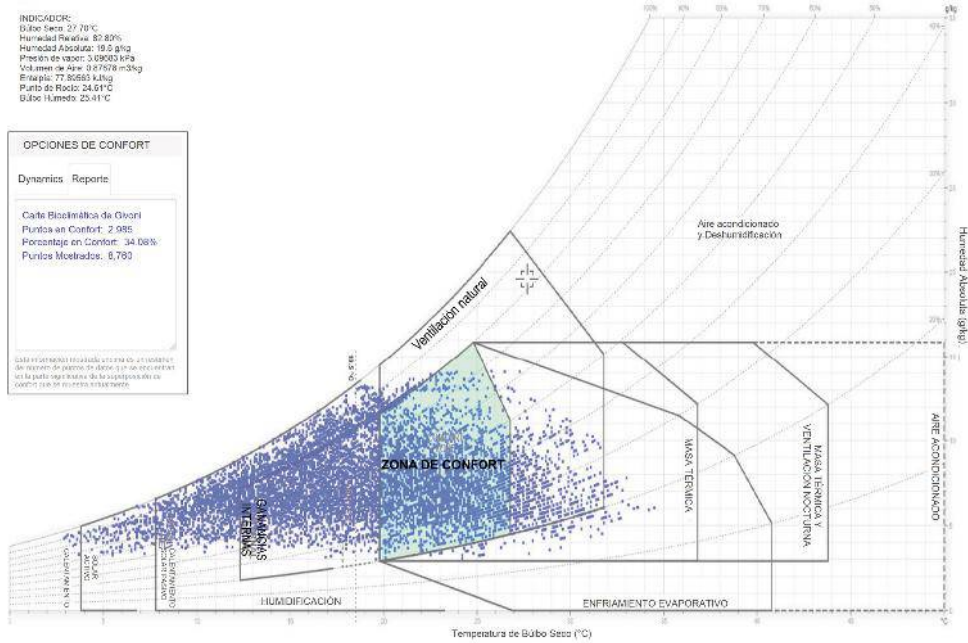


Figura 148 Diagrama Psicrométrico de Givoni Marsh Andrew (2018). Psychrometric Chart [figura de internet]. AndrewMarsh.com. <http://andrew-marsh.com/software/psychro-chart-web/>

organismo humano sin ser patógenos, pasan a causar enfermedad. Los resfriados nasales y las faringitis son las infecciones más comunes, debidas sobre todo a las bajas temperaturas del aire acondicionado, a la sequedad ambiental que produce, y al choque que sufre el organismo al pasar bruscamente de una temperatura entre 18° y 24° a otra de 0° o 40°. Es muy frecuente que los rinovirus, que son virus saprófitos de la mucosa de la nariz, se hagan patógenos y aparezca el resfriado. Por eso en verano los catarros suelen ser víricos, a diferencia de los invernales, producidos por bacterias [...] Los principales contaminantes del aire por sistemas de climatización son la bacteria *Legionella Pneumophila*, que causa una neumonía que puede provocar la muerte, y los hongos *Aspergillus Niger* y *Aspergillus Fimigatus*, que provocan patología alérgica respiratoria (rinitis, asma, alveolitis).” (Hinojosa, 1994).

Se ha prestado mucha atención a los organismos patógenos que se multiplican en edificios y sistemas de construcción. Factores en edificios como el hacinamiento y el aire de ventilación recirculado también pueden promover la propagación de patógenos transmitidos por los ocupantes que sufren de tuberculosis, sarampión, varicela y otras enfermedades (WHO, 1988).

Estas características de vulnerabilidad de los usuarios en los edificios son muy relevantes ante el surgimiento de nuevos virus más violentos y letales, asociados a las vías respiratorias como la Influenza, el SARS y el COVID-19.

## Calidad del Aire

Es de todos conocida la necesidad de renovación constante del aire al interior de los espacios. El aire interior adecuado debe ser inodoro, libre de partículas de polvo y gases contaminantes, con un balance correcto de oxígeno y una temperatura y grado de humedad apropiados.

En el caso de la vivienda popular o informal, aún es muy común el uso de leña como combustible para calentar el agua y preparar alimentos al interior de las viviendas, como se documenta en el capítulo 3. Esto provoca un grave problema de salud, ya que deteriora la calidad del aire interior al reducir el oxígeno disponible, aumentar el CO<sub>2</sub> y la proporción de partículas en suspensión, lo que ocasiona una mayor incidencia de enfermedades respiratorias en los habitantes con bajos recursos.

Sin embargo, cada vez con mayor frecuencia, también se observan problemas asociados con la calidad del aire en muchos edificios diseñados por arquitectos,



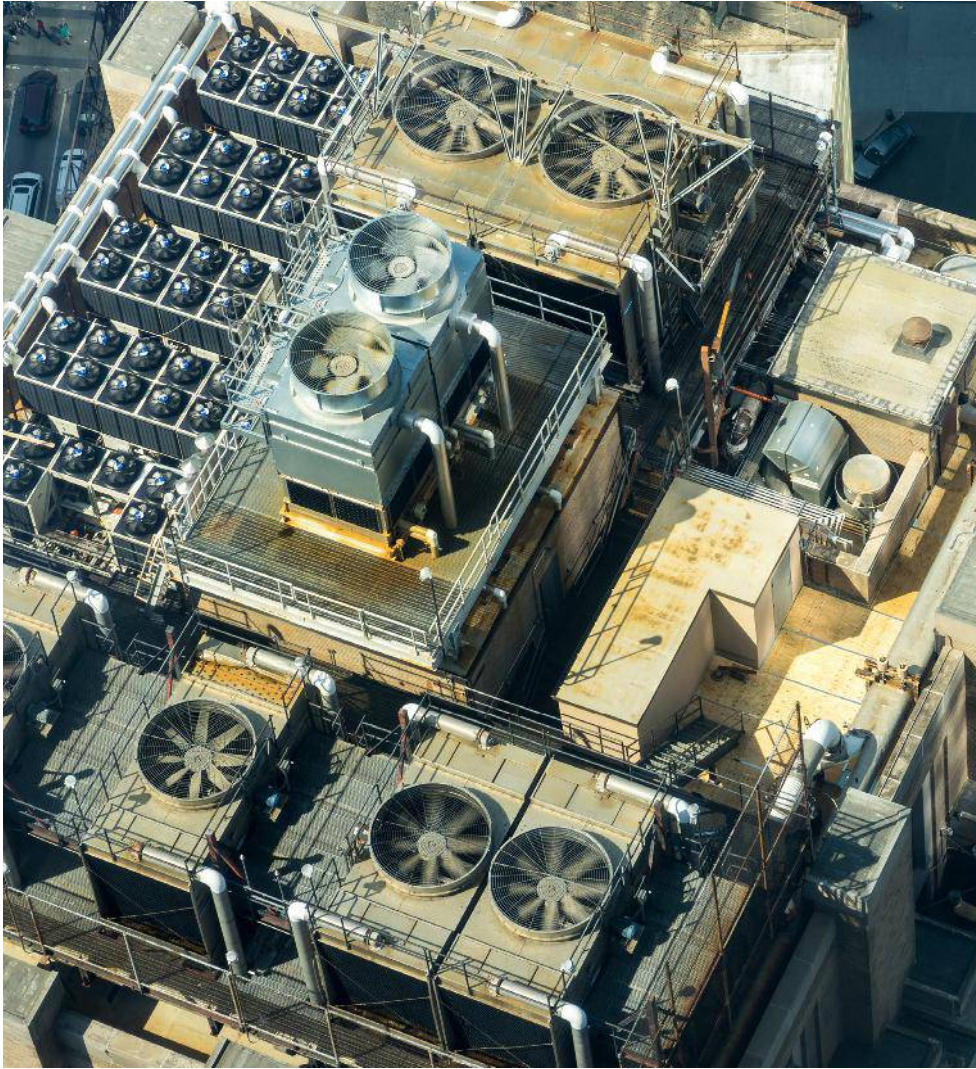


Figura 149. Vista aérea de edificio.  
Sergei Akulich (2019). Aerial Photography of Brown Concrete Building [fotografía de internet. Pexels.  
<https://www.pexels.com/photo/aerial-photography-of-brown-concrete-building-2539462/>]



sobre todo en los espacios herméticamente cerrados que dependen de sistemas mecánicos para su ventilación y climatización, ya que, para tener una calidad de aire saludable, los equipos, ductos y las superficies aledañas deben mantenerse en condiciones sanitarias y de limpieza óptimas, así como contar con un excelente mantenimiento; asimismo es fundamental separarlos de fuentes de emisión de contaminantes permanentes o accidentales.

Otro de los errores más comunes en las edificaciones en climas extremos es pensar que el espacio será sano con solo controlar la temperatura. La oferta comercial a bajo precio y la facilidad de instalación de equipos de climatización tipo *Mini Split* ha ocasionado que estos se coloquen en numerosos espacios herméticos sin ventilación natural, lo que de forma constante va degradando la calidad del aire interior, ya que estos equipos enfrían o calientan el aire, pero no lo renuevan.

Hay que recordar que la concentración superior al 20% de dióxido de carbono en el aire puede conducir a la muerte. El aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> por encima de 1,000 ppm en el aire inhalado provoca no solo la pérdida de concentración y somnolencia, sino que también aumenta la frecuencia respiratoria, la dificultad para respirar y palpitaciones en el corazón.

*“Teóricamente, en una habitación cerrada y sin ventilación, de unos 20 m<sup>3</sup>, una persona durante el sueño de 8 horas es capaz de cambiar el nivel de la concentración de dióxido de carbono de 350 ppm a aproximadamente 6000 ppm.” (Axiomet, 2021).*

Se sospecha que los sistemas centralizados de ventilación tienden a reciclar en exceso el aire viciado, creando situaciones que favorecen la concentración de agentes contaminantes. El sistema de climatización debe proveer un entorno cómodo, sin la percepción de aire estancado, olores, corrientes de aire o temperatura y humedad incorrectas que producen incomodidad y pueden provocar enfermedades respiratorias.

En junio del 2007, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó una guía sobre la prevención y el control de las infecciones titulado “Prevención y control de infección en enfermedades respiratorias agudas con tendencia epidémica y pandémica durante la atención sanitaria: Guías provisionales de la OMS” (WHO, 2007). En estas nuevas guías, la ventilación natural se considera por primera vez como una de las medidas más eficaces de control de las infecciones en entornos de atención

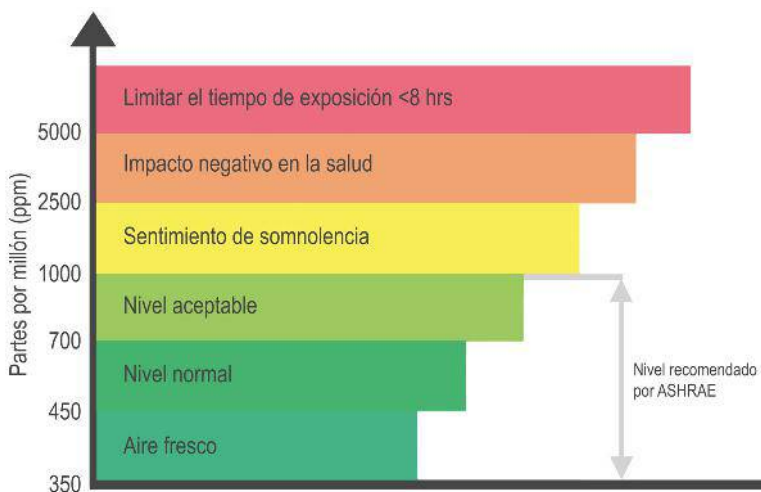


Figura 150. Concentración de CO2 al interior de los espacios AXIOMET (sf). Monitoreo de la calidad del aire en los espacios cerrados [gráfico de internet]. <https://axiomet.eu/es/es/page/1954/Monitoreo-de-la-calidad-del-aire-en-los-espacios-cerrados/>

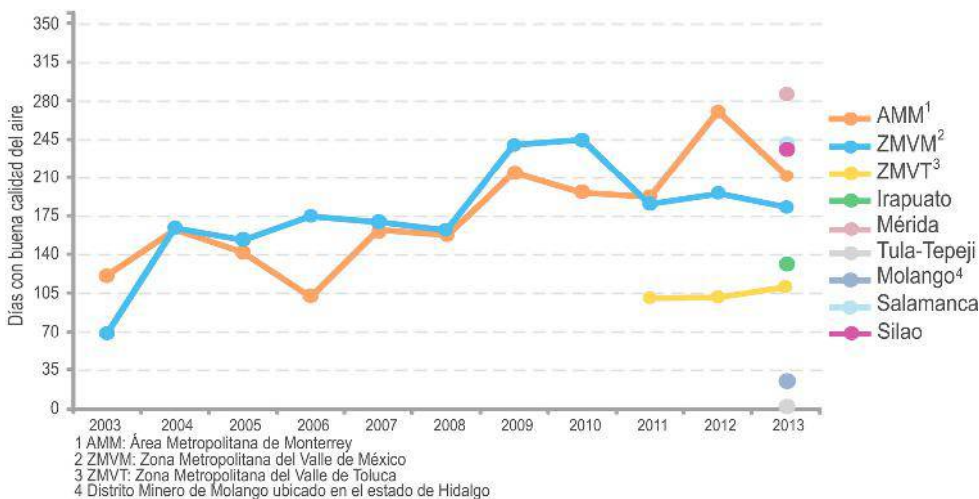


Figura 151. Número de días con buena calidad del aire SEMARNAT (2015) Capítulo 5 Atmósfera p.286 [gráfico de publicación]. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap5\\_atmosfera.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap5_atmosfera.pdf)

de la salud. Una recomendación de este tipo procedente de la OMS demuestra que se concede cada vez más importancia al papel de la ventilación natural en el control de las infecciones. Este dato es crítico para el diseño de espacios ante la actual pandemia de SARS COVID-19.

## Contaminación en las edificaciones

Las fuentes contaminantes en los edificios pueden ser de cuatro tipos básicos: químicos, biológicos, físicos o psicosociales.

Los Contaminantes Químicos, como el formaldehído, polvo o fibras de compuestos orgánicos, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono, etc. se generan en algunos procesos internos de los espacios como el calentamiento, la combustión y la respiración o por reacciones químicas de los materiales empleados en la construcción, el mobiliario o el mantenimiento, tales como plásticos, alfombras, pinturas, aislantes, productos de limpieza, pesticidas, cosméticos, etc. También podemos estar expuestos a contaminación química interna o externa por medio de gases o partículas suspendidas en el aire provenientes de los vehículos, fábricas, basura urbana, sistemas de drenaje, materia suspendida y residuos de procesos químicos o de combustión en el contexto o en el mismo predio, etc.

Los Contaminantes Biológicos incluyen a las bacterias, hongos, esporas, toxinas y ácaros. Su presencia es común en superficies que son tocadas constantemente como barandales, manijas y chapas, donde hay restos de comida, en los sanitarios, ductos de aire, alfombras, cortinas y otras superficies porosas. Lógicamente su presencia se incrementa por falta de aseo o mantenimiento constante y adecuado de los espacios y su mobiliario. Otras fuentes potenciales son la presencia de ciertas especies de arbolado urbano que estacionalmente liberan polen, así como el agua estancada y la humedad que potencian el crecimiento de hongos, bacterias e insectos. Las esporas de moho y otras partículas que lleva el aire, pueden ocasionar problemas respiratorios severos en algunas personas. Los desechos orgánicos que se disponen o almacenan inadecuadamente en las edificaciones originan contaminación biológica a través de la reproducción de fauna nociva como ratas, ratones, cucarachas, mosquitos, moscas, etc.

Los Contaminantes Psicosociales también afectan a los usuarios de las edificaciones como el estrés, ansiedad, agresividad contenida y contagio psíquico. Como resultado de procesos sociales tenemos contaminantes psicológicos al inte-

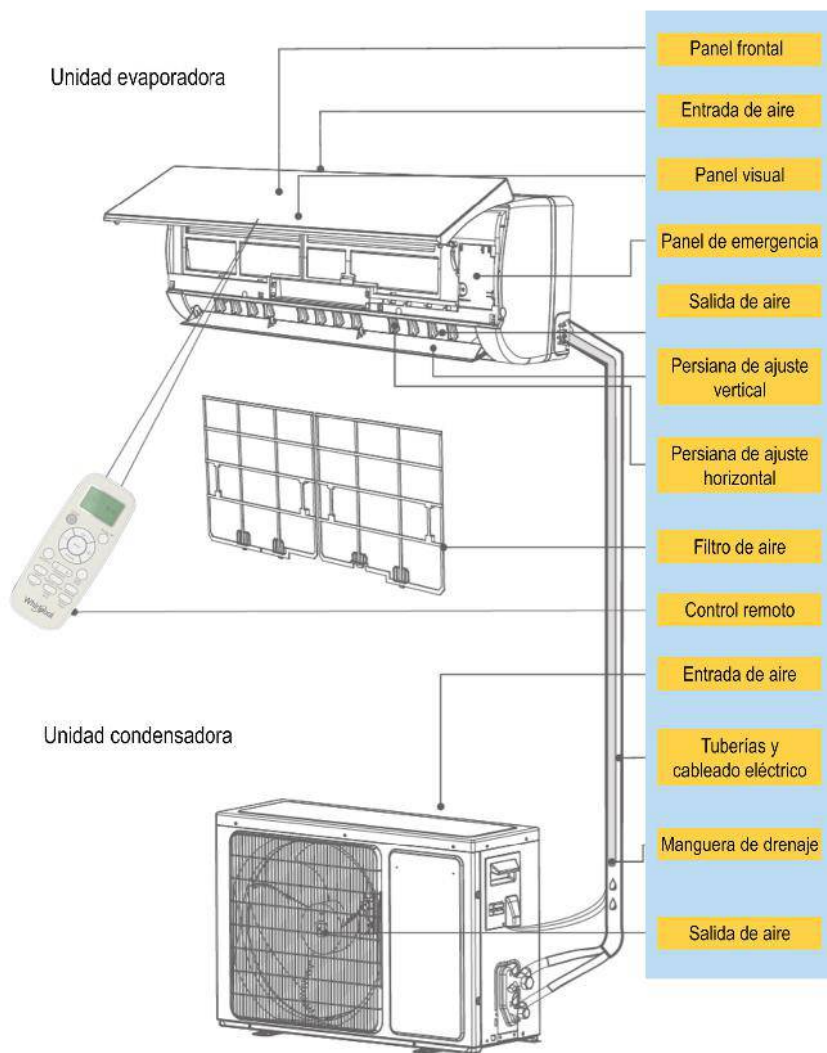


Figura 152 Sistema de climatización artificial tipo mini split Whirlpool (sf). Acondicionador de aire tipo Split/invertir p.7 [imagen de manual]. <https://www.whirlpool.com/content/dam/global/documents/mexico/whirlpool/manuales/WA6267D%20Manual%20de%20Uso%20y%20Cuidado.pdf>

rior de los espacios que se generan por problemas de inseguridad, aglomeración, información distorsionada o malintencionada, delincuencia, ingreso insuficiente, conflictos familiares, enfermedades mentales, etc.

Los Contaminantes Físicos, incluyen alteraciones en la iluminación, ionización, ruido, electromagnetismo, vibraciones, temperatura o humedad relativa. La contaminación física con frecuencia tiene su origen en equipos electromagnéticos o electromecánicos del propio inmueble como motores, ventiladores, sistemas de iluminación, ventilación o aire acondicionado inadecuados, equipos de oficina y electrodomésticos. También se puede recibir contaminación física de fuentes exteriores como el tráfico, los anuncios luminosos, el ruido producido por vecinos, la maquinaria instalada en otros edificios y líneas de alta tensión, entre otros.

### Síndrome del Edificio Enfermo

*“Derivado de los contaminantes anteriormente citados, desde la década de 1970 se ha incrementado el interés y la investigación del papel de los edificios en la salud de sus ocupantes a raíz de un número creciente de enfermedades asociadas a la permanencia en espacios interiores cerrados, este fenómeno se conoce como “Síndrome del Edificio Enfermo (SEE)”(Herrero y Esquirol, 2016).*

El SEE no es una enfermedad del edificio en sí, sino el conjunto de enfermedades que sufren sus ocupantes y que están ocasionadas o estimuladas por la contaminación del aire en los espacios cerrados o el mal estado del edificio. En 1988, la OMS definió el Síndrome del Edificio Enfermo (“Sick Building Syndrome”) como:

*Un “Conjunto de molestias y enfermedades originadas o estimuladas por la mala ventilación, la descompensación de temperaturas, las cargas iónicas y electromagnéticas, las partículas en suspensión, los gases y vapores de origen químico y los bioaerosoles, entre otros agentes causales identificados que producen, en al menos a un 20% de los ocupantes, un conjunto de síntomas inespecíficos, sin que sus causas estén perfectamente definidas [...] Es característico que los síntomas desaparezcan al abandonar el edificio.*



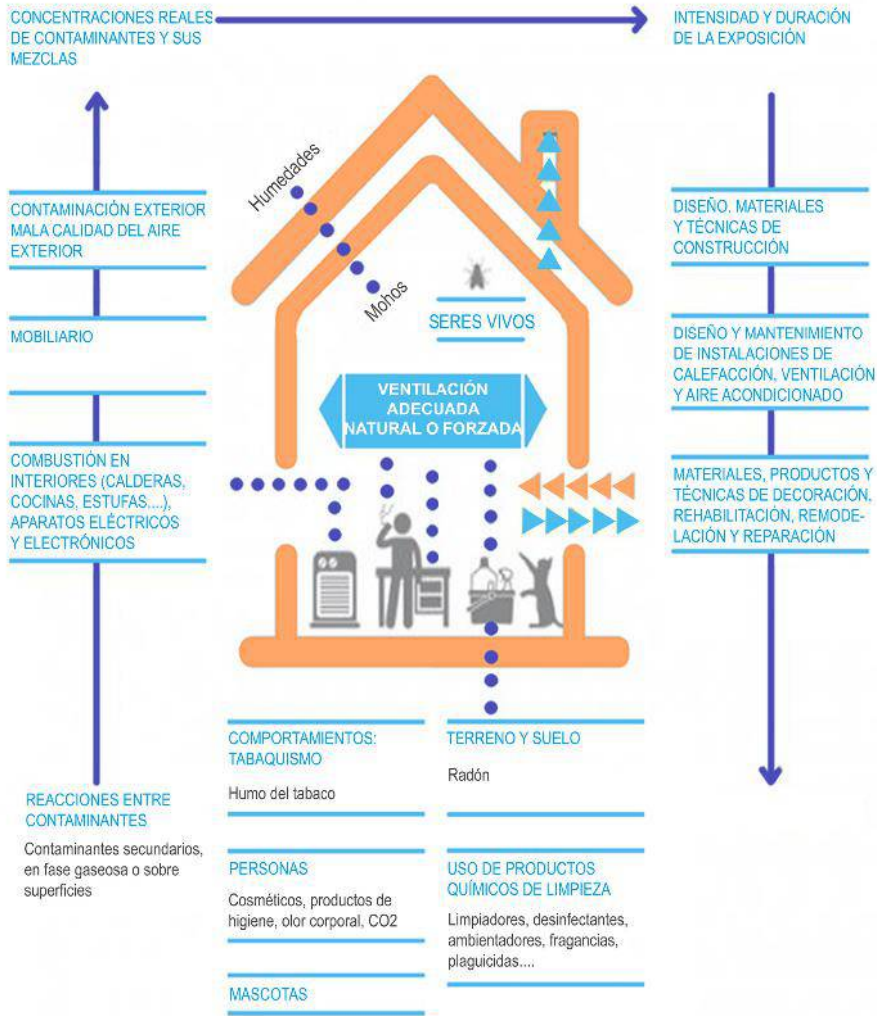


Figura 153 Factores que pueden determinar la calidad del aire interior  
 Higiene ambiental (2016). ¿Cuáles son los principales contaminantes del aire interior en edificios y hogares? [imagen de internet].  
<https://higieneambiental.com/aire-agua-legionela/cuales-son-los-principales-contaminantes-del-aire-interior-en-edificios-y-hogares>

*Entre estos malestares, las alergias ocupan un papel importante. Otros síntomas detectados son: irritación de ojos, nariz y garganta; sequedad de piel y mucosa; eritema cutáneo, fatiga mental, somnolencia, cefaleas y vértigos; así como mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas con dificultad respiratoria, jadeo, ronquera, asma, disfonía, tos; alteraciones del gusto y del olfato; y náuseas. (WHO, 1988)*

La OMS estima que el síndrome afecta entre un 10% y un 30% de los ocupantes de un 30% de los edificios actuales, incluso aquellos diseñados con los estándares vigentes. Los síntomas se suelen confundir con gripes o resfriados, dolor de cabeza, sinusitis, congestión, mareos, náusea, cansancio, irritación de los ojos, la nariz y la garganta.

Estos indicios se asocian al lugar de trabajo solo si afectan simultáneamente a varios empleados o si tienen una persistencia no razonable. En algunos casos se relacionan fácilmente a la jornada laboral, pues aumentan con la estancia en la oficina y mejoran al abandonar el trabajo, llegando a desaparecer durante las vacaciones.

Las causas del síndrome del edificio enfermo son muchas. Está epidemiológicamente relacionado con edificios herméticos con ventanas que no se pueden abrir y sellados en toda su envolvente exterior, al aumento de los niveles de temperatura y polvo, y al inhalar el humo de tabaco (fumadores pasivos). También hay un papel probable para los aerosoles de origen biológico.

Específicamente respecto a los edificios y el COVID-19, la OMS publicó en 2020 el documento *Getting Workplace Ready for COVID-19* que se complementa con el Informe de la Federación de Asociaciones Europeas de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (REHVA, 2013) para prevenir la propagación del nuevo coronavirus SARS-CoV-2 en los lugares de trabajo. Donde se indican ocho medidas básicas para la operación y mantenimiento de los edificios:

1. Aumento en el suministro de aire y de la ventilación de escape.
2. Mayor ventilación natural a través de ventanas.
3. La humidificación y el aire acondicionado no tienen efecto práctico.
4. Uso adecuado de la recuperación de calor.
5. No recircular el aire.



Figura 154. Rascacielos herméticos en Nueva York  
Imagen: G. Castorena (2017)

6. La limpieza de ductos no tiene ningún efecto práctico.
7. No es necesario cambiar los filtros de aire exterior.
8. Para áreas de menos de 10 m<sup>2</sup> (sobre todo de uso médico), colocar un Filtro HEPA, filtración electrostática y luces UV.

## Confort Acústico y salud

Otro elemento clave que contribuye a la salud física y psicológica y a la comodidad general de un espacio es el confort acústico. El campo de sonido perceptible al ser humano puede ser variable en función de la edad y la salud del individuo, pero en términos generales corresponde con el diagrama del Rango Humano Audible para adultos jóvenes sanos.

El ruido siempre ha sido un problema ambiental para la humanidad. En la antigua Roma, se establecieron reglas sobre el ruido emitido por las ruedas de las carretas que golpeaban las piedras del pavimento, causando trastornos del sueño y molestia a los romanos. En la Europa Medieval, los carruajes tirados por caballos y el cabalgar no eran permitidos durante la noche en algunas ciudades para proteger el sueño de los habitantes. Sin embargo, los problemas de ruido del pasado son incomparables con los de las sociedades actuales generados por camiones y autobuses con motores diésel, calles y autopistas urbanas con tráfico las 24 horas, así como aviones que sobrevuelan áreas urbanas y ferrocarriles que atraviesan las ciudades, también la maquinaria industrial, los parques y los espacios de diversión emiten altos niveles de sonido.

Hay evidencia sobre la relación entre el ruido ambiental y efectos específicos para la salud, incluyendo enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo, trastornos del sueño y tinnitus. Los resultados indican que al menos un millón de años de vida saludable se pierden cada año debido al ruido relacionado con el tráfico solamente en la parte occidental de Europa. Las molestias auditivas y molestias del sueño, principalmente relacionadas con el ruido del tráfico rodado, constituyen la principal carga del ruido ambiental (WHO, 2011).

Uno de cada tres individuos presenta molestias durante el día y uno de cada cinco ve perturbado el sueño por la noche debido al ruido del tráfico. La evidencia epidemiológica indica que aquellos expuestos crónicamente a altos niveles de ruido ambiental tienen un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares como el infarto de miocardio. Por lo tanto, la contaminación acústica se considera no solo una



Figura 155 Medidor de CO2 Humedad y temperatura interior  
 Medidor de ph (sf). Medidor de CO2 [imagen de internet]. medidordeph.com. <https://medidordeph.com/medidor-de-co2.html>

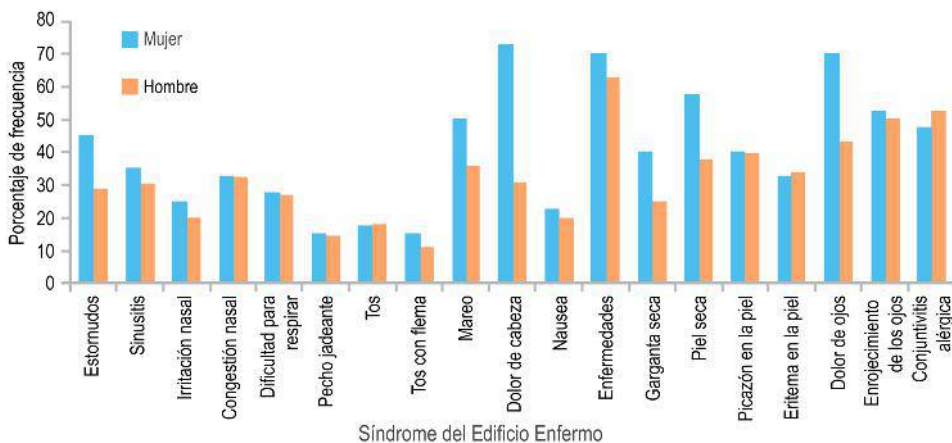


Figura 156 Frecuencia de síntomas del síndrome del edificio enfermo entre mujeres y hombres  
 International Archives of Health Sciences (sf). Distribution of frequency percentage of symptoms of the sick building syndrome among women and men in the building No. 2 [gráfico].  
[http://iahs.kaums.ac.ir/viewimage.asp?img=IntArchHealthSci\\_2018\\_5\\_3\\_82\\_240628\\_f2.jpg](http://iahs.kaums.ac.ir/viewimage.asp?img=IntArchHealthSci_2018_5_3_82_240628_f2.jpg)



molestia ambiental, sino también una amenaza para la salud pública (WHO, 2011). El ruido ambiental es considerado el segundo factor de contaminación que afecta a la salud pública, solo precedido por humo y gases vehiculares.

El alcance del problema de ruido es muy grande. En los países de la Unión Europea cerca del 40% de la población está expuesta a ruido de tráfico con una presión de sonido equivalente que excede los 55 dB(A) en el día y el 20% está expuesto a niveles que exceden los 65 dB(A) (WHO, 2011).

Más del 30% están expuestos durante la noche a niveles de presión de sonido equivalente, que exceden los 55 dB(A) y afectan el sueño. El problema de la contaminación por sonido es también severo en las ciudades de los países en desarrollo. Los datos recolectados a los lados de calles con tráfico intenso indican niveles entre 75 y 80 dB(A) durante las 24 horas (WHO, 1999).

Desde un punto de vista urbano, es importante diseñar pavimentos que reduzcan los niveles de ruido de los vehículos, así como ubicar mobiliario urbano y arbolado que absorba parcialmente el sonido y reduzca la reverberación.

Para los elementos exteriores de una construcción como muros y ventanas se emplea el Índice de Reducción Acústica o *Sound Transmission Coefficient*, que es una unidad simplificada de mide la reducción de la intensidad sonora de la fuente exterior al interior o del otro lado del muro o ventana. Debe observarse que este índice cambia sus valores en función de las frecuencias del sonido. En todos los casos buscaremos los valores más altos posibles de atenuación sonora.

En el diseño de los espacios se debe poner especial cuidado en que las puertas y ventanas sellen herméticamente cuando estén cerradas. Una colocación defectuosa o la existencia de grietas, ranuras o sellamientos defectuosos disminuirá el índice de reducción sonora en al menos 10 dB(A).

El empleo de ventanas con doble acristalamiento y/o películas plásticas produce efectos de atenuación sonora favorables. En estos casos es conveniente que se empleen vidrios con espesores diferentes al exterior e interior para evitar que entren en resonancia. También será necesario instalar los vidrios sobre selladores flexibles y evitar los puentes sonoros en la estructura de la ventana.

Los muros de mampostería de tabique rojo de 7x14 x 28 cm o de block hueco aligerado 15x20x40 cm o concreto armado de 10 cm tienen valores similares con un STC equivalente a 45dB(A), es decir, que en términos generales, reducen unos 45 decibeles (A) el ruido exterior (USG, 2021).

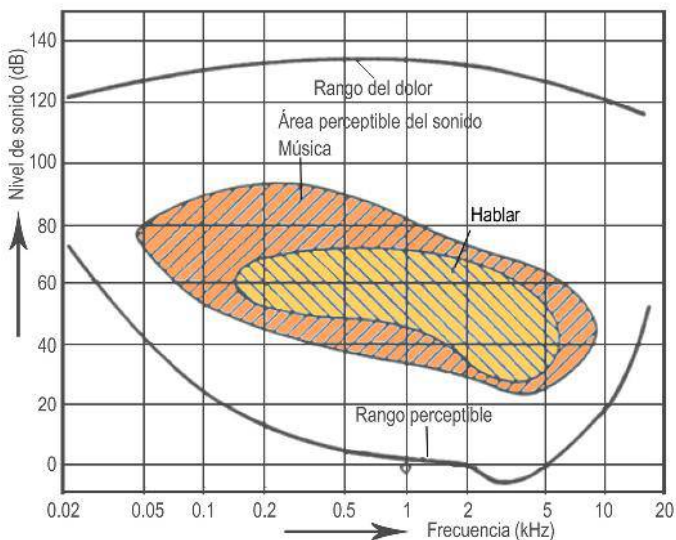


Figura 157 Rango humano audible en condiciones normales para un adulto joven sano  
 E. Zwicker, H. Fastl (1999). Umbral de la audición en Maggiolo Daniel [imagen de publicación].  
<http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/umb.html>



Figura 158 Niveles de intensidad del sonido [gráfico en internet] Gráfica de niveles de intensidad de sonido.

En contraste, los muros ligeros empleados con frecuencia en estructuras comerciales tienen valores inferiores en configuraciones simples, por lo que es recomendable el uso de aislantes acústicos en su interior y/o el colocar doble cara del material al menos en uno de sus lados. Esta consideración es también importante cuando diseñamos espacios interiores y no deseamos la transmisión de sonido a través de los muros.

## Confort Lumínico y salud

En enero de 1879 se registró la patente de la bombilla eléctrica de Edison; esto quiere decir que hace apenas 140 años se empezó a usar la iluminación artificial eléctrica. Hasta entonces los edificios se diseñaban para operar en todos sus espacios con iluminación natural durante el día. En la noche las actividades productivas quedaban suspendidas y durante unas cuantas horas se empleaban lámparas de aceite y velas para iluminar los espacios interiores. Estas fuentes de iluminación eran costosas, ineficientes y peligrosas, ya que ocasionaban frecuentes accidentes e incendios. Algunas ciudades como París emplearon iluminación pública por gas desde el siglo XVIII, sustituyendo sus farolas por lámparas eléctricas a partir de 1882, lo que le dio el sobrenombre de la “Ciudad de la Luz”.

El ojo humano se ha desarrollado para la visión diurna, por lo que responde con máxima eficiencia a la luz de día, cuyas longitudes de onda coinciden entre los 370 y los 870 nm, con un máximo en los 550 nm.

Con una base empírica se han establecido requerimientos mínimos de iluminación para diferentes actividades, que generalmente se especifican en Lux, es decir, en el flujo luminoso recibido por una superficie. Es importante hacer notar que no existe una normatividad fija y los flujos mínimos requeridos por los espacios varían de un país a otro. Por ejemplo, podemos contrastar los estándares de La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) con las normas técnicas complementarias del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México (Figura 162).

Durante los últimos cien años todas las sociedades han incrementado su exposición a la iluminación artificial, produciendo cambios en el ciclo de luz/oscuridad, así como en las longitudes de onda y las intensidades lumínicas. En general, los efectos de esta contaminación lumínica han sido menospreciados por las sociedades contemporáneas. Por otra parte, existe en el sector médico una inquietud cada vez mayor de los efectos a largo plazo en la salud por el uso indiscriminado

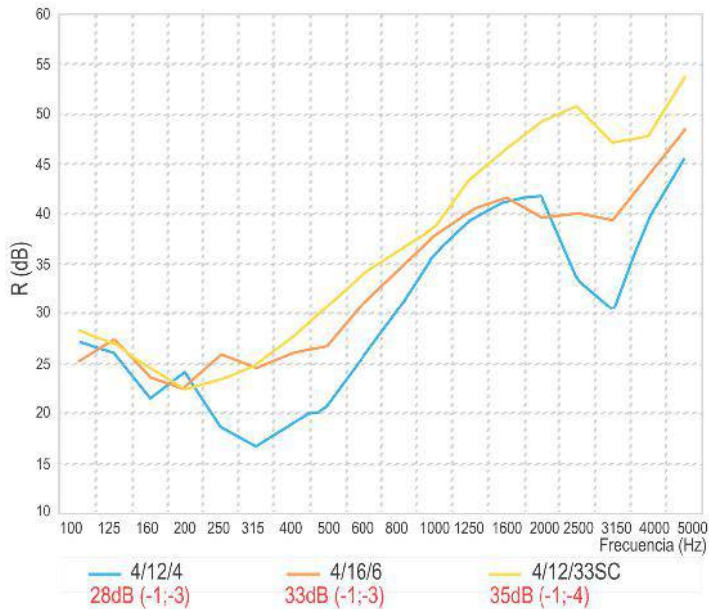


Figura 159. Índice de reducción acústica de diferentes configuraciones de vidrio con capa de aire de 12 mm

GUARDIAN GLASS (2009). El vidrio y la acústica p.12 [gráfico de publicación]. Guardian Industries. <https://www.carpinteria-aluminio.cat/wp-content/uploads/2012/08/vidrio-acustico.pdf>

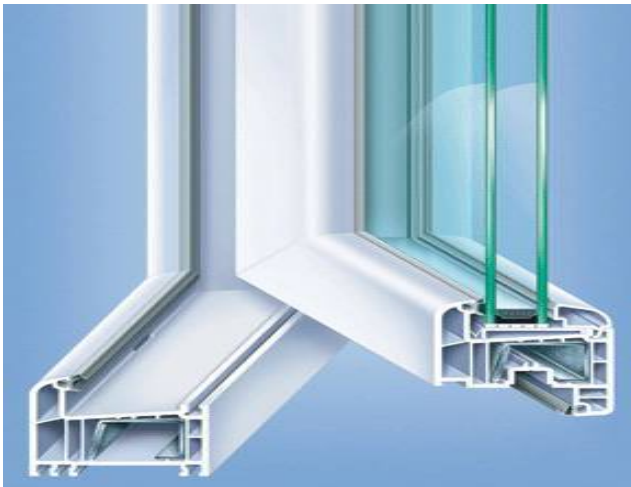


Figura 160 Ventana con doble acristalamiento  
GUARDIAN GLASS (2019). [imagen de internet]. <https://www.guardianglass.com/mx/es>

de iluminación artificial tanto al interior como al exterior de los edificios. “La luz artificial se compone de luz visible, así como algunas radiaciones ultravioleta (UV) e infrarrojas (IR), y existe la preocupación de que los niveles de emisión de algunas lámparas podrían ser perjudiciales para la piel y los ojos. La luz artificial también puede alterar el reloj del cuerpo humano y el sistema hormonal, causando problemas de salud.” (European Community, 2012).

Asimismo, han ocurrido cambios rápidos y significativos en los tipos de lámparas que usamos: desde las incandescentes, a las fluorescentes, a fluorescentes compactos y diodos luminosos (leds). Estos últimos emiten luz azul (460 a 500 nm) que tiene un papel importante en la degeneración de la retina. El cambio ha sido de tal velocidad que no se han podido realizar estudios médicos en periodos de tiempo suficientemente largos sobre los efectos a mediano y largo plazo de los diferentes tipos de lámparas en humanos. Sin embargo, los experimentos con animales de laboratorio han demostrado daño en la retina tanto a niveles muy altos, como muy bajos de iluminación artificial, ya que cambian los ciclos circadianos que controlan las células fotorreceptoras (conos, bastones y ganglios fotosensibles). Por ejemplo, en ratas expuestas a fuentes LED de 200 lux de forma constante y permanente, las células fotorreceptoras mueren en solamente 5 días.

Otro fenómeno reciente asociado al anterior, que también afecta a la salud, es la ausencia de oscuridad. Al emplearse luminarios omnidireccionales en los espacios públicos, el cielo nocturno de la mayoría de las ciudades se ha vuelto permanentemente luminoso al reflejar en las nubes y la humedad de la atmósfera el flujo luminoso de las lámparas.

El *New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness* muestra que más del 80% del mundo y más del 99% de las poblaciones estadounidense y europea viven bajo cielos contaminados por la luz. La Vía Láctea está oculta a más de un tercio de la humanidad, incluyendo el 60% de los europeos y casi el 80% de los norteamericanos. Este es uno de los primeros estudios mundiales sobre este problema y concluye que la contaminación lumínica es un problema global. La contaminación lumínica proveniente de edificios, alumbrado público y exteriores tiene consecuencias ecológicas al afectar a múltiples especies, presentar riesgos a la salud pública y desperdiciar energía y recursos.

Las soluciones a este problema son todas de diseño: colocar luminarios con reflectores superiores para que emitan luz solo hacia abajo, usar solo la cantidad de iluminación necesaria para cada tarea, apagar las luces o reducirlas al mínimo de



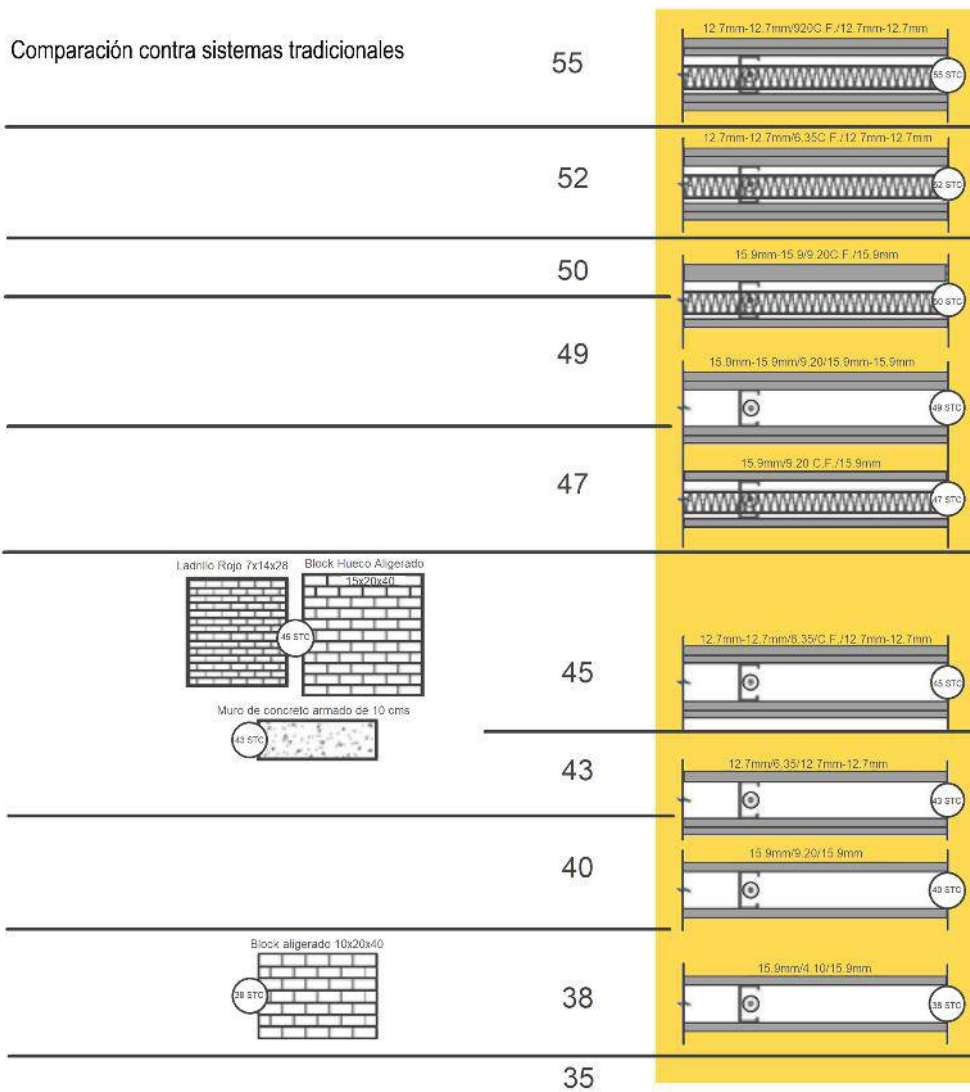


Figura 161 Valores de STC en muros ligeros y tradicionales  
 USG Tablaroca () USG Manual técnico p.14 [figura en manual].  
<http://acosa.com.mx/catalogos/Adecuaci%C3%B3n%20de%20espacios/Tablaroca/usg.pdf>

seguridad en espacios no utilizados, disminuir el total del flujo luminoso de los sistemas de iluminación y limitar severamente el uso de luz “azul” que afecta los ciclos circadianos y la visión escotópica, implementar sistemas de iluminación “adaptativos” con sensores en tiempo real a los usuarios, tráfico y condiciones meteorológicas, eliminar el uso de iluminación artificial durante el día y reducir substancialmente las lámparas prendidas en la noche (en periodos de poco uso o tránsito).

Si la totalidad o la mayoría de estas medidas no se implementan en corto plazo, es posible que la actual sea la última generación capaz de ver las estrellas desde la Tierra.

## RETOS Y OPORTUNIDADES

El diseño urbano debe replantear e innovar en las formas de vida en las ciudades promoviendo espacios públicos y privados más sanos, confortables y seguros que permitan una mayor calidad de vida. A nivel mundial, las dos principales causas de muerte son la isquemia cardiaca y los infartos, ambos están directamente relacionados con los hábitos de vida urbanos contemporáneos sedentarios y estresantes. Se necesita consolidar medios de transporte individuales y públicos eficientes, seguros y accesibles, ya que éstos tienen un papel determinante en los tiempos de traslado y en la salud física y mental de los habitantes.

En las edificaciones, todos los principios de diseño “pasivo” son necesarios, incluyendo la ventilación e iluminación naturales, el asoleamiento, la humidificación y el uso de vegetación.

## GEODISEÑO

- Ante eventos catastróficos, como las pandemias y los fenómenos naturales, las ciudades, barrios o colonias urbanas deben ser más resilientes y autosuficientes en su equipamiento de salud y abasto, así como infraestructura de agua, energía y comunicaciones.
- En las comunidades saludables, el trazo urbano debe tomar en cuenta el clima, para proveer la ubicación, orientación, asoleamiento y ventilación adecuados a la mayoría de las edificaciones.

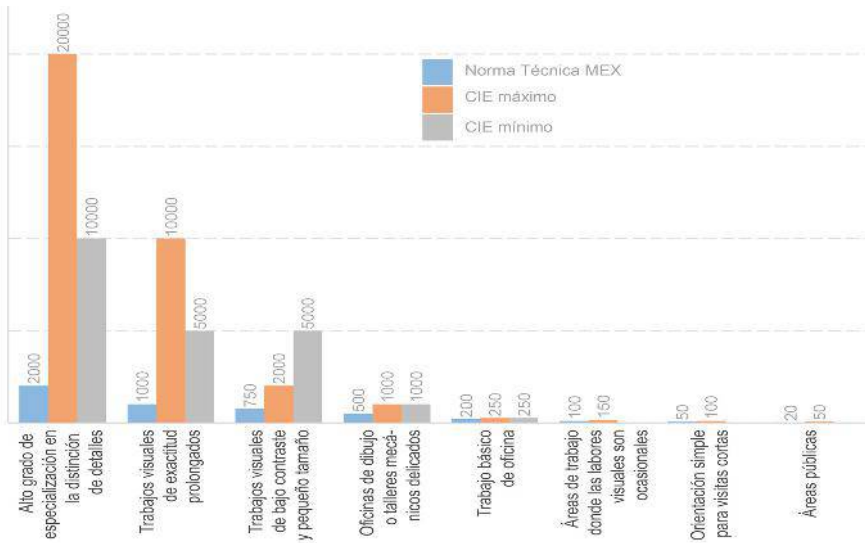


Figura 162 Comparación de niveles de iluminación en Lux  
 Elaboración propia (2020). Con datos de GBR México y NOM-025-STPS-2008: Condiciones de iluminación en los centros de trabajo [gráfico]. <https://www.gbrmexico.com/normas-de-iluminacion-en-mexico/>

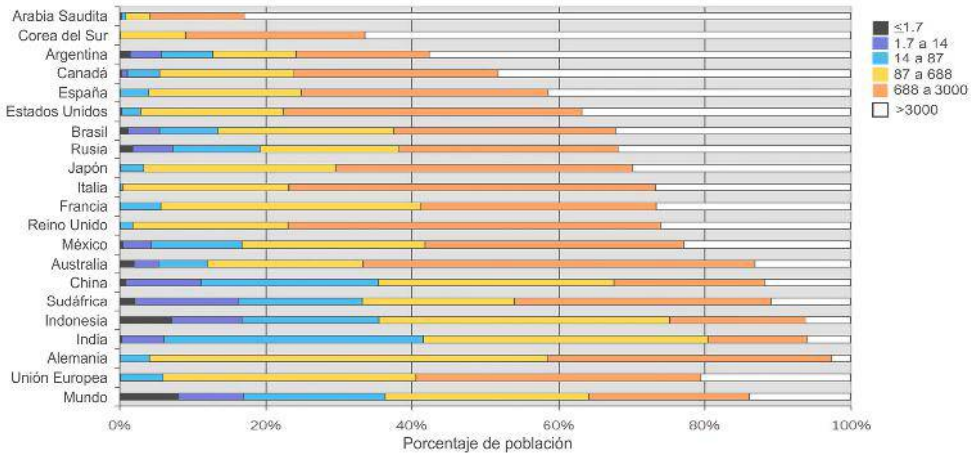


Figura 163 Contaminación Lumínica en los países del G20  
 Falchi et al. Sci. Adv. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness p.11 [gráfico en publicación]. <https://advances.sciencemag.org/content/advances/2/6/e1600377.full.pdf>

- Se deben seguir protocolos estrictos para reducir y, de ser posible, eliminar la emisión de humo y gases vehiculares que son el principal factor de contaminación que afecta la salud pública en los núcleos urbanos.
- Mejorar la calidad del aire plantando al menos un árbol por habitante en cada colonia, fraccionamiento, barrio, pueblo o ciudad.
- La selección del arbolado urbano, complementado con elementos arquitectónicos como los pavimentos, pórticos, marquesinas, pérgolas y pantallas, así como el mobiliario urbano de bancas, paradores, toldos, fuentes, etc. constituyen elementos clave para conseguir condiciones saludables y confortables al exterior.
- Es urgente atender las carencias de infraestructura de los habitantes más desfavorecidos en lo referente a agua potable para el consumo y limpieza para evitar la prevalencia de enfermedades infecciosas; la cosecha de lluvia es la alternativa más económica y sustentable.
- Desarrollar sistemas y componentes para el tratamiento local de las aguas grises y negras. Estas últimas constituyen uno de los principales focos de mortalidad y morbilidad en las poblaciones de bajos ingresos.
- Elaborar mapas de ruido a nivel urbano con el fin de detectar las zonas problemáticas y poder diseñar elementos de reducción, de amortiguamiento o de mitigación.
- Al promover caminar o el uso de la bicicleta como transporte individual para distancias cortas, se resuelven problemas de tráfico y ruido urbano, al mismo tiempo que se fomenta la salud con el ejercicio físico cotidiano.
- También es importante reducir y controlar el ruido urbano producido principalmente por medios de transporte (camiones, autobuses, automóviles, aviones y ferrocarriles), ya que éste es el segundo factor más importante que afecta la salud de los habitantes en las ciudades.
- Es conveniente diseñar pavimentos que reduzcan los niveles de ruido de los vehículos, así como ubicar mobiliario urbano y arbolado que absorba parcialmente el sonido y reduzca la reverberación.
- Para controlar el fenómeno de contaminación luminosa en las ciudades, evitar los luminarios públicos omnidireccionales y de alta intensidad, usar solo la cantidad de iluminación necesaria para cada área, reducir la iluminación en espacios no utilizados e implementar sistemas de iluminación adaptativos.



Figura 164. Sky Glow en la Ciudad de México  
Imagen: A. Figueroa (2021)

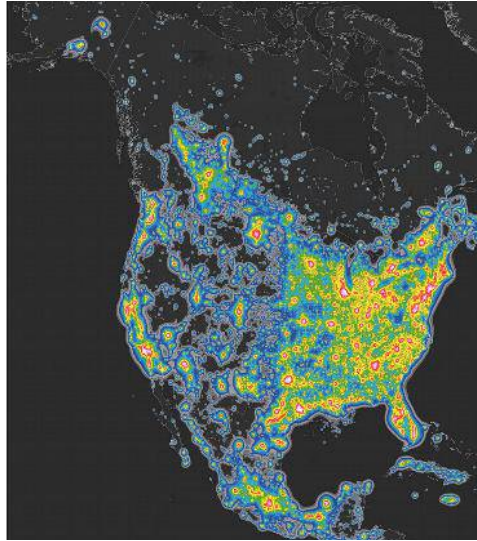


Figura 165 Mapa del brillo del cielo artificial en América del Norte  
Falchi et al. Sci. Adv. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness p.3 [imagen en publicación]. <https://advances.sciencemag.org/content/advances/2/6/e1600377.full.pdf>



## ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

- La mayoría de los problemas de salud actuales se relacionan directa o indirectamente con el diseño y construcción de espacios, es necesario que los arquitectos diseñen los edificios tomando en cuenta su orientación, asoleamiento y ventilación, interpretando correctamente los análisis del clima y las condiciones específicas de un sitio para proponer diseños saludables y materiales adecuados al lugar.
- El Síndrome del Edificio Enfermo es un conjunto de enfermedades que sufren sus ocupantes ocasionadas por la contaminación interior o el mal estado del edificio. Éste puede ser generado por la combinación de un mal diseño, deficiencias de ventilación, falta de mantenimiento, materiales inadecuados o procesos dañinos al interior de los espacios.
- La pandemia de COVID-19 ha confirmado que las enfermedades respiratorias son las enfermedades contagiosas más mortales y la forma de evitar su propagación es construyendo espacios con materiales fáciles de limpiar, que cuenten con agua potable para lavarse constantemente las manos, bien ventilados naturalmente y preferentemente con áreas al aire libre para actividades cotidianas.
- Es importante atender las carencias de sanidad en las construcciones de los habitantes más pobres en cuanto a ventilación, temperatura y calidad del aire al interior de los espacios para evitar la prevalencia de enfermedades infecciosas, proporcionándoles al mismo tiempo los servicios básicos de agua y drenaje.
- La vivienda urbana debe incluir espacios para realizar ejercicio físico en áreas naturales públicas o privadas con vegetación para reducir el estrés y mejorar la calidad del aire. Estas pueden ser al mismo tiempo zonas productivas con hortalizas y frutales, lo que aumentará la autosuficiencia y resiliencia ante eventos catastróficos.
- Dar prioridad a la ventilación natural, diseñando adecuadamente la ubicación, orientación y forma de las áreas de ventilación. No construir fachadas herméticas, ubicando en todos los espacios ventilas para entrada y salida de aire exterior.
- Para mejorar la sanidad, los equipos de aire acondicionado y calefacción deben ser empleados solamente por periodos de tiempo cortos cuando las



Figura 166. Diseño de espacios públicos sanos  
Arquitectura del paisaje: GDU Mario Schjetnan Garduño  
Imagen: A. Figueroa (2019)

condiciones exteriores sean extremas y sea imposible alcanzar el confort por medios naturales, y en todo caso deben permitir la renovación de aire.

- Para evitar las enfermedades respiratorias en los edificios con climas extremos que requieran acondicionamiento mecánico, se deben diseñar “exclusas térmicas” para atenuar los cambios drásticos de temperatura. Asimismo, cuando se instalen estos sistemas es necesario establecer y exigir el mantenimiento constante de los ductos y filtros, para evitar que estos sean transmisores de enfermedades.
- Seleccionar los sistemas constructivos que constituyen la envolvente de la edificación en función de las condiciones climáticas locales para evitar la transmisión o pérdida excesiva de calor al interior y la condensación en los muros que promueven la aparición de hongos o bacterias. En esta selección son importantes sus propiedades físicas (conductividad, calor específico y densidad) así como las ópticas (absortividad y reflectividad), verificando su comportamiento a través de un balance térmico.
- Para evitar las alteraciones a la salud por ruido ambiental, seleccionar cuidadosamente los sistemas y elementos constructivos de la envolvente exterior como puertas y ventanas, empleando solamente aquellos con los valores más altos posibles de atenuación sonora, como ventanas no metálicas con dos o más sellos herméticos, doble o triple acristalamiento o el uso de cristales laminados con capa plástica, de acuerdo a lo que resulte más conveniente en función de la fachada, las condiciones ambientales y el análisis de costo-beneficio.
- En el diseño de la fachada se pueden incluir postigos u otros elementos móviles exteriores o interiores que ayuden a controlar la transmisión de ruido, calor y luz.
- El empleo de cortinas interiores de materiales gruesos absorbentes en las ventanas es una estrategia económica para reducir la transmisión de calor, luz y sonido a través de ellas y ayudar a mitigar alteraciones al sueño producidas por el ruido y la contaminación lumínica.
- Los espacios se deben diseñar para tener niveles adecuados de iluminación natural interior de forma que no sea necesario prender ningún luminario en el día. Esta medida conserva la salud visual, mejora la visión en su redención de color, aumenta la seguridad, ahorra energía y, en lugares cálidos, evita el sobrecalentamiento interior, reduciendo el uso de aire acondicionado.



Figura 167. Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México  
Arquitecto: Francisco y Juan Pablo Serrano  
Imagen: A. Figueroa (2018)

- En los interiores, emplear colores claros para aumentar la eficiencia de la iluminación natural.
- El uso constante de la iluminación artificial es dañino para la vista, por lo que es importante diseñar los sistemas de iluminación artificial de los edificios para que se activen solamente como un complemento de la iluminación natural o en las noches durante los horarios de trabajo. Es conveniente incluir controles lumínicos que se activen con la presencia de personas e iluminación puntual en el área de trabajo, procurando solo niveles mínimos de seguridad para áreas no ocupadas. Esto reduce la contaminación lumínica y atmosférica, además de ahorrar energía.
- Es preferible en todos los casos una iluminación descendente (*downlight*) o lateral, ya sea de espacios, muros o pavimentos. Se deben evitar luminarias orientadas hacia arriba (*uplight*), ya que incrementan el efecto de contaminación lumínica que afecta el sueño y a la fauna urbana.
- La selección de acabados, mobiliario y accesorios como tapices, tapetes y alfombras es determinante en los niveles de contaminación del aire interior. Es muy importante no emplear pinturas, pegamentos, elementos plásticos o sintéticos que emitan químicos tales como formaldehidos, permitan la acumulación de polvo o la reproducción de fauna nociva.
- Instalar detectores para la calidad de aire interior que sean de fácil lectura e interpretación por los usuarios.
- Diseñar ventanas con materiales de baja huella de carbono con áreas operables que permitan una adecuada ventilación natural y con un sello hermético que reduzca los niveles de ruido ambiental, contaminación lumínica y transmisión térmica, particularmente en la noche.
- Proveer dispositivos para el filtrado del aire interior que retengan partículas en suspensión y elementos patógenos como bacterias y virus.
- Incluir el uso de rampas y escaleras en vez de elevadores, caminar o andar en bicicleta en lugar del transporte privado o público, para promover entre los habitantes hábitos saludables actividad física, evitando el sedentarismo.





Figura 168. Arquitectura tropical en Costa Rica

Arquitecto: Bruno Stagno

(Imagen de internet) Bruno Stagno: para diseñar arquitectura y urbanismo tropical, en <https://www.archdaily.mx/mx/952360/bruno-stagno-para-diseñar-urbanismo-y-arquitectura-tropical-lo-prime-ro-es-un-cambio-de-actitud>

## Bibliografía

- Atkinson et al (2009). Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud.
- Axiomet (2021). Monitoreo de la Calidad del Aire en Espacios Cerrados. <https://axiomet.eu/es/es/page/1954/Monitoreo-de-la-calidad-del-aire-en-los-espacios-cerrados/>
- De la Figuera, Enrique. (2012). Las enfermedades más frecuentes a principios del siglo XIX y sus tratamientos. En <https://blogs.ua.es/epidemiasalicante/files/2012/12/11figuera.pdf>
- Eaton (2019). Brief History of Street Lighting. En <https://www.eaton.com/us/en-us/company/news-insights/lighting-resource/trends/a-brief-history-of-street-lighting.html>
- European Commission (2012). Health Effects of Artificial Light. En: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/artificial-light/en/index.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/artificial-light/en/index.htm)
- Falchi, F et al. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. Revista Science Advances. Ed. American Association for the Advancement of Science. New York, USA
- Gardian (2009) El Vidrio y la Acústica. En <https://www.carpinteria-aluminio.cat/wp-content/uploads/2012/08/vidrio-acustico.pdf>
- Herrero, E y Esquirol, J (2016). El Síndrome del Edificio Enfermo. Publicado en Salud Canales Mapfre. Publicado en <https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/el-sindrome-del-edificio-enfermo/>
- Hinojosa, Miguel. (1994). El aire acondicionado es el primer causante de las infecciones respiratorias del verano. Diario El País. Madrid, España. En [https://elpais.com/diario/1994/08/02/sociedad/775778401\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1994/08/02/sociedad/775778401_850215.html)
- Ibañes Martí, Consuelo (2009). Síndrome del Edificio Enfermo (SSE): la maldición de los edificios inteligentes. Publicado en [https://www.madrimas.org/blogs/salud\\_publica/2009/04/05/115850](https://www.madrimas.org/blogs/salud_publica/2009/04/05/115850)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2016). Informe Nacional de Calidad del Aire. Disponible en: [http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bits-tream/handle/publicaciones/343/963\\_2015\\_Informe\\_Nacional\\_Calidad\\_Del\\_Aire.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bits-tream/handle/publicaciones/343/963_2015_Informe_Nacional_Calidad_Del_Aire.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Kreiss-K (2007). Sick building síndrome and building-related illness. Ed. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Philadelphia, USA. En ht-



Figura 169. Centro de Computo UAM Azcapotzalco  
Arquitectos: A. Figueroa y V. Fuentes  
Imagen: A. Figueroa (2002)

[tps://www.cdc.gov/niosh/nioshtic-2/20031618.html#:~:text=Building%2Drelated%20illnesses%20include%20asthma,result%20in%20substantial%20medical%20morbidity.](https://www.cdc.gov/niosh/nioshtic-2/20031618.html#:~:text=Building%2Drelated%20illnesses%20include%20asthma,result%20in%20substantial%20medical%20morbidity.)

- Organización Mundial del Trabajo, (2010). Salud y Seguridad en el Trabajo. Consultado en [http://www.ilo.org/global/Themes/Safety\\_and\\_Health\\_at\\_Work/lang-es/index.htm](http://www.ilo.org/global/Themes/Safety_and_Health_at_Work/lang-es/index.htm)
- REHVA COVID-19 Guidance Document (2020)
- SEMARNAT (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México.
- USG (2021). Acustical Performance Data. en <https://www.usg.com/content/usg-com/en/campaigns/test-reports.html>
- Vitruvio Polión, Marco (siglo I aC). Los diez libros de Arquitectura. Reeditado por Editorial Alianza. Madrid, 2009
- Whirlpool. (sf). Manual de Acondicionador de Aire Tipo Split/Inverter. Publicado en <https://www.whirlpool.com/content/dam/global/documents/mexico/whirlpool/manuales/WA6267D%20Manual%20de%20Uso%20y%20Cuidado.pdf>
- World Health Organization (1988). Indoor Air Quality, Biological Contaminants. Ed. WHO, Copenhagen, Denmark. <https://axiomet.eu/es/es/page/1954/Monitoreo-de-la-calidad-del-aire-en-los-espacios-cerrados/>
- World Health Organization (2009). Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud. Ed World Health Organization, Washington, USA.
- World Health Organization (1948) Constitución de la Organización Mundial de la Salud. Ed WHO, New York. USA.
- World Health Organization (2018). The top 10 causes of death. Geneva, Switzerland
- World Health Organization (2018). Global Health Estimates 2016: Disease burden by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, Disponible en: [https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion\\_natural\\_spa\\_25mar11.pdf](https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natural_spa_25mar11.pdf)
- World Health Organization (1999). Guidelines for Community Noise. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2011). Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, Denmark. En: [https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/e94888/en/](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/)



Figura 170 Arquitectura saludable. Casa en la costa del pacífico mexicano con ventilación natural Goldberg Paul (sf). Casa Careyes [imagen de internet]. Diego Villaseñor Arquitecto. <http://www.dva.com.mx/>



## CAPÍTULO 7

# COMUNIDADES Y EDIFICIOS SUSTENTABLES Y BIOCLIMÁTICOS

1. El objetivo central del diseño de espacios, bien sean urbanos o arquitectónicos, es el brindar condiciones habitables y saludables a las personas que los usan y los viven. Sin embargo, la habitabilidad abarca muchos aspectos más allá de las consideraciones meramente ambientales. El diseño debe considerarse no solamente como la suma de las partes de manera aislada sino de manera sistémica, en donde todo está interrelacionado.
2. El Geodiseño es un método de planificación integral del territorio, regional o urbano, en donde se piensa de manera global y se diseña de manera local de forma integrada a partir de diferentes disciplinas.
3. La ciudad está constituida por espacios abiertos y arquitectónicos. Por lo tanto, ciudad y arquitectura son elementos simbióticos indisolubles. Se tienen que planear y diseñar de manera integral.
4. Tanto en el nivel urbano como arquitectónico, la movilidad y la accesibilidad son vitales. La circulación y flujo de personas, bienes, servicios y datos es fundamental y es, de hecho, el elemento articulador de todos los componentes urbanos.
5. La sustentabilidad se da a partir del diseño. El diseño bioclimático es la base de la sustentabilidad en las construcciones. No se puede pensar en un edificio sustentable si en principio no está bien diseñado.



Figura 171. Incorporación de espacios abiertos en los espacios privados en Singapur  
Arquitectos: T.R. Hamsah & Yeang SDn Bhd.  
Imagen: A. Figueroa (2018)

## Espacios Habitables Sustentables

La pandemia del COVID-19 ha aislado más a las personas y la convivencia se ha dado de manera virtual y fragmentada; las reuniones de grupos han sido repentinamente suspendidas y en algunos casos prohibidas. A partir del regreso a las actividades después de la pandemia no volveremos a la situación anterior. Por ello nos replantaremos como individuos y como sociedad, repensando la forma en que vivimos, los espacios que necesitamos y cómo nos relacionamos... estas relaciones se dan en espacios públicos y privados, por lo tanto, muchos de los elementos de la ciudad, la arquitectura, los espacios exteriores y los objetos de uso cotidiano deberán ser rediseñados.

El objetivo principal del diseño urbano y la arquitectura es crear espacios habitables para el hombre, pero el término de habitabilidad es muy amplio, ya que no solo se refiere a los aspectos meramente físicos, funcionales o estéticos; también implica la calidad del espacio, en términos de salud, bienestar, confort, sustentabilidad y aún más en términos de las vivencias, experiencias y significados de las personas que los habitan. La habitabilidad no se limita a los espacios interiores o construidos, también incluye de manera importante a los espacios exteriores bien sean urbanos o rurales: la calle, la plaza, el paseo, los andadores peatonales, el parque, el pórtico, la terraza, el balcón, etc; son espacios que, del mismo modo, definen la calidad de vida de los habitantes.

En la actualidad muchas de las áreas centrales de las megalópolis, como la Ciudad de México, no tienen suficiente calidad en términos de habitabilidad: Los automóviles han ganado espacios públicos, incluso en segundos pisos, muchas aceras y plazas han sido tomadas por comercio informal y la inseguridad hace riesgoso usar el transporte público. Las funciones de esparcimiento y reunión social que antiguamente se daban en los parques, plazas y kioscos están siendo reemplazadas por plazas comerciales y tiendas departamentales, con un enfoque mercantil y con frecuencia excluyente.

Esta problemática ha potenciado y promovido las ciudades habitacionales periféricas y desarrollos suburbanos, que no son sostenibles porque implican grandes desplazamientos de los pobladores hacia sus áreas de trabajo, estudio, abastecimiento o entretenimiento. El modelo de crecimiento suburbano continúa siendo un problema en las ciudades y particularmente en las megalópolis. En un extremo, los desarrollos residenciales invaden grandes extensiones de terreno con lotes



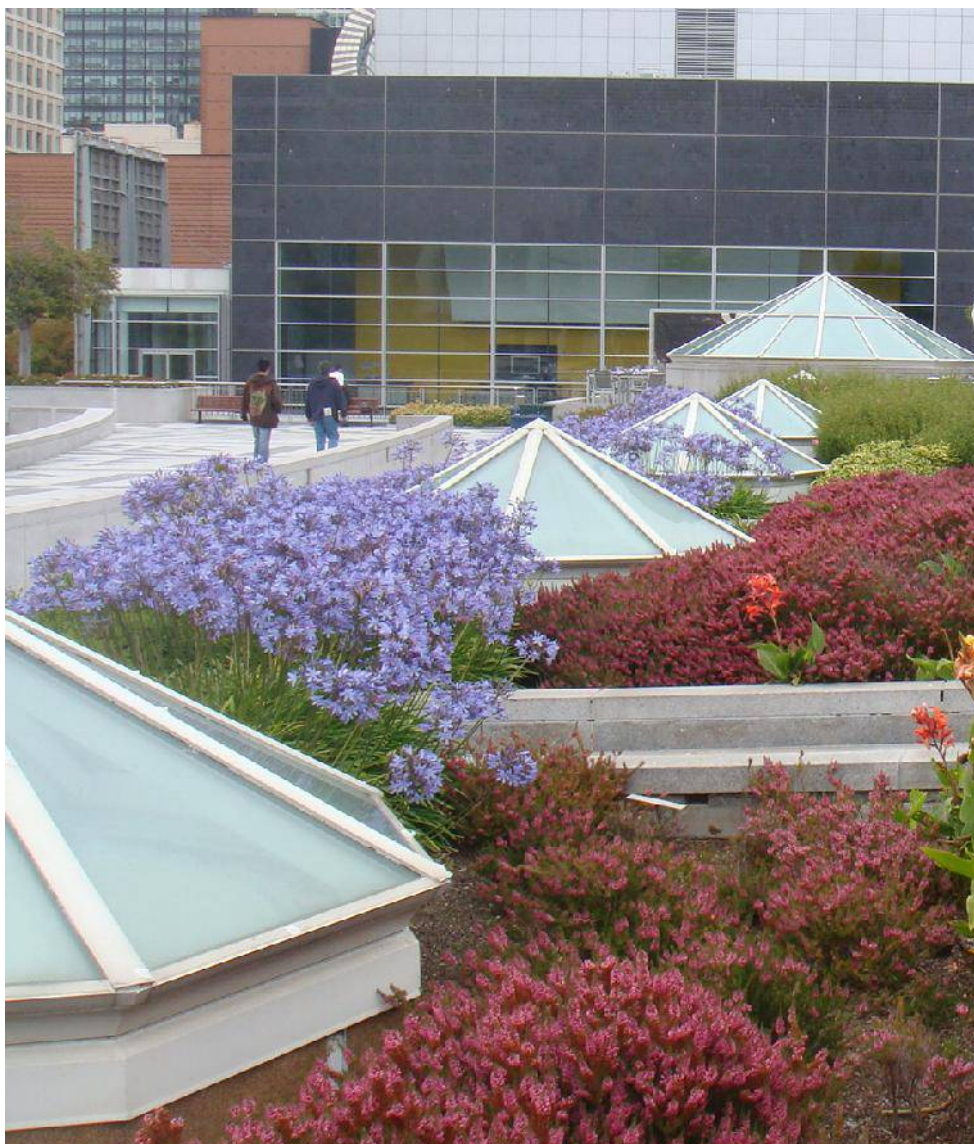


Figura 172. Diseño de Terrazas jardinadas en Yeba Buena Gardens en San Francisco, California  
Proyecto: H. Conwill, E. Majoza y J. De Pace.  
Imagen: A. Figueroa (2017)

residenciales, campos de golf y centros comerciales; mientras que, por otro lado, los desarrollos de vivienda social buscan los terrenos más baratos, con frecuencia muy lejanos e inadecuados, consolidando la expansión horizontal de las ciudades. Ambas tendencias ocasionan presión sobre el suelo en la periferia de la ciudad con la inevitable ocupación urbana, demanda de infraestructura y servicios a lugares muchas veces poco accesibles, destrucción de las zonas de cultivo, boscosas o arboladas, alteración del sistema hidrológico, afectaciones al patrimonio histórico, así como a la cultura e identidad de los habitantes locales.

Por la influencia de los medios masivos de comunicación, la mayoría de la población anhela un modo de vida que no es sostenible, ni siquiera posible, abuzando indiscriminadamente de la tierra y sus recursos. Los resultados de estas acciones son el incremento de los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la destrucción de las selvas y bosques, la pavimentación de los suelos más fértiles cercanos a las ciudades, la contaminación irracional del agua, el aire y la tierra, entre otros.

Por todo ello, la pandemia del 2020 - 2021 es una oportunidad para repensar nuestras comunidades, los espacios públicos y la forma en que construimos desde el punto de vista de la sustentabilidad y la eficiencia en el uso de energía y recursos naturales, para conseguir que nuestro hábitat sea saludable, seguro y confortable para todas las personas y sostenible en el tiempo. Este es un momento oportuno para rediseñar las ciudades y barrios, así como los espacios construidos con el objetivo de aumentar su resiliencia y mejorar la salud y la calidad de vida de los pobladores.

### **Comunidades sustentables: Geodiseño**

La planificación de ciudades generalmente se ha enfocado con propuestas técnicas o políticas desarrolladas por un grupo de expertos que establecen las directrices de uso de suelo, infraestructura y equipamiento. Los resultados en la mayoría de los casos no han sido los deseables. Muchos de los habitantes, con presión de grupos comerciales y desarrolladores inmobiliarios de las grandes ciudades como la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Ciudad Juárez y otras han perdido de manera constante calidad de vida y la posibilidad de ser sustentables. Los efectos del cambio climático son particularmente importantes en las megalópolis, que por sus grandes dimensiones e inequidades, dificultan la implementación de medidas para mitigar el incremento de temperatura a corto plazo para todos los habitantes.





Figura 173. Pabellón alemán Exposición universal 1929. Arq. Mies Van Der Rohe  
Imagen: A. Figueroa (2016).

En este sentido, el Geodiseño ofrece una alternativa viable, ya que propone criterios y estrategias de crecimiento regional y urbano sustentable y participativo con un enfoque de planificación en horizontes de quince a treinta años. Esta metodología se desarrolla en grupos interdisciplinarios de trabajo que incluyen al sector gubernamental en sus niveles federal, estatal y municipal; al sector productivo a través de las asociaciones y cámaras de industria y servicios, las ONGs locales enfocadas a problemáticas específicas, actores “clave” por su influencia en la comunidad, grupos de habitantes jóvenes en escuelas de educación básica y media, y universidades que aportan conocimiento científico multidisciplinar.

Las premisas globales básicas para el Geodiseño son:

- La población continuará creciendo.
- Aumentarán los sectores de población con 60 años o más.
- La población se concentrará en áreas urbanas.
- La economía global crecerá rápidamente en los mercados emergentes.
- Se transformará la obtención y distribución de energía.
- La transportación será más automatizada.
- Los ambientes construidos serán más “inteligentes” y estarán más interconectados.
- La temperatura global incrementará, aumentando la variabilidad del clima.
- El nivel del mar aumentará.
- Habrá mayor escasez de agua potable.
- Incrementará la presión en la producción de alimentos.
- Se intensificarán los problemas de contaminación.

### **Estrategias de diseño para una comunidad sustentable**

Las comunidades serán sustentables cuando se diseñe de manera integral e interrelacionada el territorio, la sociedad, la ciudad y sus edificaciones, efectuando los ajustes necesarios en los modos de vida. No podemos pensar que se puede conseguir sustentabilidad solo con edificios o viviendas aislados. Las estrategias urbanas básicas para una comunidad sustentable pueden agruparse en:

- Planear para el Futuro. Todos los datos indican que las ciudades seguirán creciendo aceleradamente, sobre todo aquellas con más de un millón de habitantes. Por ello es fundamental efectuar propuestas de diseño cola-

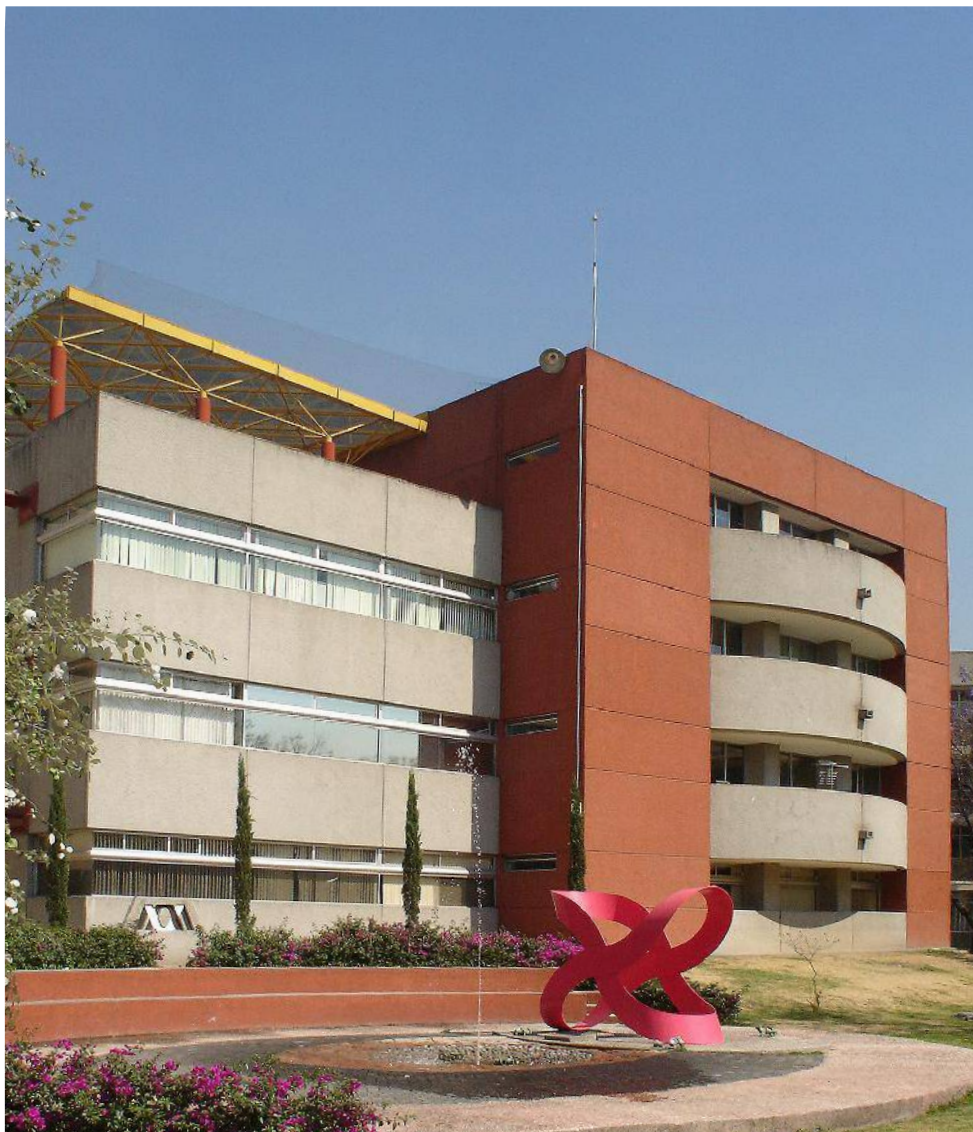


Figura 174. Edificio H-Este. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco  
Proyecto: A. Figueroa y V. Fuentes  
Imagen: A. Figueroa (2002)

borativo que consideren el desarrollo urbano y su efecto ante el cambio climático y prevean este crecimiento en escenarios a 15 y 30 años. Los criterios de planeación deben incluir áreas verdes, disponibilidad local de agua, producción de alimentos, autosuficiencia energética, espacios para infraestructura y equipamiento, nuevos modelos de vivienda, fuentes de trabajo actuales o alternativas, etc, tomando en cuenta a los diferentes grupos de población, tanto existentes como emergentes.

- Corredores verdes. Es primordial la preservación de la topografía natural y el arbolado existente para crear “corredores verdes” que mantengan vivo el sistema hidrológico y al mismo tiempo ayuden a conservar y aumentar la masa vegetal en los núcleos urbanos, mejorar la calidad del aire, prevenir inundaciones y crear espacios de recreo para los habitantes, entre otros usos. Los corredores verdes están determinados de forma natural por los ríos, arroyos, lagunas, manglares y otros, presentes en prácticamente todos los terrenos desde las selvas hasta los desiertos. En estas áreas es urgente promover la reforestación intensiva con especies endémicas que ayuden a fijar CO<sub>2</sub> y a revertir el cambio climático. En todos los casos, la salud y preservación del sistema hidrológico son determinantes en la viabilidad de un asentamiento humano y en la calidad de vida de sus habitantes.
- Disponibilidad local de agua. El uso eficiente del agua debe ser una prioridad en la planificación; se debe incluir la captación y aprovechamiento de agua pluvial tanto a nivel de cuenca, como en los barrios y edificios. Es importante balancear el consumo con el suministro, para evitar extraer agua de otras cuencas o agotar los acuíferos. Al promover que el agua funcione en ciclos cerrados de captación, uso, reuso y tratamiento se hace sustentable la ciudad; para ello es fundamental separar las aguas pluviales de las aguas jabonosas, así como las aguas negras. Otra de las metas es minimizar las pérdidas en los sistemas de extracción, tratamiento, transporte y almacenamiento de agua potable, así como instalar en las ciudades, barrios y edificios sistemas diferenciados de drenaje y alcantarillado que incluyan plantas de tratamiento de aguas servidas que regresen a los ríos y lagos agua al menos con la misma calidad que la reciben.
- Agricultura urbana. La alimentación es uno de los puntos más débiles de la resiliencia urbana. En este sentido, los huertos urbanos son una de las





Figura 175. Sistema de tratamiento de agua para la producción vegetal urbana.  
Proyecto: Solar Decathlon 2007  
Imagen: A. Figueroa (2007)



mejores alternativas para la producción de alimentos, generando al mismo tiempo mayor integración social y sentido de comunidad. Estos se pueden establecer en áreas verdes urbanas como parques, camellones, glorietas, terrenos residuales, etc. También es práctico y económicamente factible generar alimentos en azoteas y muros verdes de las construcciones, así como en los jardines y áreas exteriores privadas. Es mucho más útil regar y mantener vegetales en forma de hortalizas y árboles frutales que producen alimentos, son agradables a la vista, mejoran la calidad del aire y producen sombra en vez de regar pasto y árboles decorativos que tienen un mantenimiento intensivo, alto consumo de agua y producción de desechos. Particularmente en el caso de los árboles frutales, éstos se pueden irrigar con seguridad en forma subterránea con el efluente de una planta de tratamiento de aguas jabonosas, siempre y cuando ésta cumpla con las normas sanitarias y se empleen en las viviendas solamente detergentes biodegradables. La generación local de alimentos favorece la alimentación, mejora la economía, beneficia al medio ambiente, integra socialmente a los habitantes y aprovecha los conocimientos de la población rural en medios urbanos.

- Autosuficiencia Energética. La autosuficiencia energética regional y local basada en energías limpias es otro factor fundamental para la sustentabilidad. La generación de energía eléctrica a través de fuentes no contaminantes como fotovoltaica o eólica, distribuida en cientos o miles de edificios forma una red más eficiente y menos vulnerable que el enfoque tradicional basado en grandes plantas eléctricas que consumen combustibles fósiles o energía nuclear. Adicionalmente, ofrece el beneficio de que la inversión básica la realizan los usuarios en forma proporcional a sus necesidades. Los consumidores directos también asumen los gastos de operación, mantenimiento, renovación y sustitución de los equipos de generación. Otro factor determinante es que las pérdidas por conducción, que actualmente pueden llegar a ser hasta del 40%, se reducen significativamente al instalar los sistemas de generación en el mismo lugar que los dispositivos que la consumen.
- Tratamiento y disposición de residuos sólidos. En la naturaleza no existe el concepto de basura: lo que es desechado por un organismo o un proceso es aprovechado por otro, para establecer un balance. Sin embargo,



Figura 176. Cubierta fotovoltaica para producción de energía eléctrica  
Proyecto: Technische Universität Darmstadt  
Imagen: A. Figueroa (2007)

a partir del consumismo excesivo y el uso indiscriminado de los plásticos, las sociedades contemporáneas, sobre todo en los últimos setenta años, han generado un problema planetario de contaminación por residuos. Es decir, los desechos no se pueden asimilar, contaminando y destruyendo los ecosistemas locales e incluso planetarios. Por ello las comunidades sustentables deben plantear una estrategia práctica y económicamente viable para reducción, separación, reciclado, reúso y disposición final de los grandes volúmenes de desechos sólidos producidos en la ciudad. El primer paso es reducir e incluso prohibir el uso de empaques no biodegradables evitando particularmente el uso de bolsas o empaques plásticos y envases desechables. El costo de recolección, limpieza y reúso de los envases debe ser asumido por las empresas productoras y, en último caso, reflejado en el costo real del producto, que no incluye solamente su producción. Una segunda medida de gran utilidad y bajo precio es la separación de los desechos orgánicos de origen vegetal que deben procesarse en donde se generan a través de un sistema de composta que debe ser obligatorio en todas las edificaciones. La composta produce tierra vegetal de alta calidad y abonos orgánicos que pueden ser usados para la producción de alimentos. Esta simple medida reduce los volúmenes de desechos urbanos de entre un 30% a un 50%. De manera complementaria todos los núcleos urbanos deben promover sistemas de recolección de desechos diferenciados (papel, plástico, vidrio, metales) y establecer plantas de procesamiento para su recuperación, reciclado y disposición final.

- Movilidad. A nivel internacional se ha demostrado que una pieza clave para la movilidad urbana es dar prioridad a los peatones sobre los vehículos, ya que esta es una forma eficiente y sana para desplazarse. En este sentido, las ciudades deben proveer banquetas amplias, sin desniveles ni obstáculos y en algunos casos andadores completamente peatonales. Ya que los peatones pueden estar expuestos a la delincuencia, se deben proveer sistemas de vigilancia electrónica y elementos de policía que garanticen un tránsito seguro. También es importante establecer sistemas de iluminación eficientes y adecuados, así como señalización, mobiliario urbano y equipamiento que incluyan semáforos peatonales al cruce de calles vehiculares. La peatonalización de la ciudad ha demostrado ser exitosa con un aumento de densidad de edificaciones entre tres y cinco niveles,





Figura 177. Iluminación natural en áreas de circulación interiores. Berlin Postdamer Platz  
Arquitecto: Renzo Piano  
Imagen: A. Figueroa (2012)

que mantienen un contacto visual con los peatones, generando seguridad además de un mercado suficiente para comercios y servicios locales.

Complementario a la peatonalización, es necesario dar impulso del uso de la bicicleta para distancias medias de uno a cinco kilómetros. Los ciclistas requieren carriles separados e incluso calles de uso exclusivo de ciclistas y peatones para que pueden moverse con seguridad. Los sistemas de renta de bicicletas por tiempo resuelven la conexión con el transporte público y el estacionamiento de transporte individual.

Aunado a lo anterior las comunidades sustentables demandan sistemas de movilidad urbana estructurada integralmente, con varias redes de diferentes medios de transporte público (metro, metro-buses, tranvías, tren suburbano, teleférico, taxis, autobuses locales y regionales) que se interconecten y complementen entre sí. Estas redes deben diseñarse en función de los núcleos de población y los flujos de movimiento origen-destino. Los sistemas de transporte público y privado deben ser preferentemente eléctricos para reducir su impacto ambiental y la huella ecológica de la comunidad.

### **Preservación y Conservación del patrimonio cultural y natural**

Para que una comunidad sea sustentable debe preservar su identidad, misma que se define por el patrimonio cultural y natural. Se deben identificar todas las edificaciones existentes en relación con su época de construcción y estado de conservación, estableciendo un plan de protección patrimonial que identifique todas aquellas con valor patrimonial y establezca diferentes lineamientos de intervención con reglamentos claros. Primordialmente en los centros de las comunidades se deben establecer al menos dos perímetros de protección de la imagen urbana y prohibir en éstos la construcción de edificios en altura. Para preservar la identidad y el patrimonio cultural, se debe dar predominancia a las remodelaciones sobre las construcciones nuevas. Incluso donde los inmuebles estén muy deteriorados es fundamental conservar al menos su fachada a la calle y la altura total del edificio existente. Es importante preservar la identidad de las edificaciones con más de un siglo de antigüedad, aún cuando éstas no estén catalogadas por organismos nacionales o internacionales. Adicionalmente, una comunidad sustentable debe reforzar su identidad cultural en las construcciones nuevas, integrando sistemas constructivos y elementos arquitectónicos tradicionales de su arquitectura verná-





Figura 178. Preservación de construcciones con valor patrimonial. Proyecto casa Tepetzotlán II  
Arquitectos: G. Castorena y A. Figueroa  
Imagen: G. Castorena (2007)

cula o histórica que responden adecuadamente a las condiciones climáticas y a la disponibilidad local de materiales.

Por otra parte, es vital integrar en las ciudades el patrimonio natural que está formado por los ecosistemas existentes de flora y fauna, así como por la topografía y los sistemas hidrológicos. Este criterio debe producir comunidades de desierto completamente diferentes a aquellas de los bosques o las selvas. La vegetación local endémica siempre debe ser usada para producir sombra, canalizar la ventilación, producir alimentos o con fines ornamentales. Esta vegetación incluye árboles de diferentes tallas, arbustos y cubresuelos locales. Todos los proyectos nuevos deben respetar la totalidad de los árboles de gran talla y los árboles adultos; los arbustos y cubresuelos deben ser removidos antes de iniciar una obra, colocados en un vivero y reinstalados en el sitio como parte de la “arquitectura de paisaje” de los proyectos.

### **Edificios Sustentables: Arquitectura Bioclimática**

Mucho del diseño y la arquitectura actuales se hacen con fines mercantiles, con la premisa de invertir lo menos posible y obtener el máximo beneficio. Esto se observa con claridad en la vivienda de interés social en México, que en casi todos los casos ofrece espacios pequeños, mal diseñados e inadecuados para el clima y las necesidades de sus habitantes. Pero la vivienda no solo es pequeña, sino muchas veces también de mala calidad: tienen espacios que no brindan condiciones mínimas de privacidad (ni visual ni acústica), poco funcionales de acuerdo con los nuevos usos del espacio, construidos sin ninguna consideración climática, de control solar, iluminación, ventilación, etc. Todo ésto ocasiona graves problemas de salud y confort a sus ocupantes, y con frecuencia la necesidad de instalar sistemas de aire acondicionado o calefacción. Así se han construido grandes conjuntos habitacionales sin consideraciones ambientales en cuanto al uso de la energía, el manejo y tratamiento del agua y los desechos sólidos, arbolado y áreas verdes, etc.

Con el propósito de contener la expansión urbana y promover la densificación de las ciudades, en el año 2013 se aprobó en México una nueva “Política Nacional Urbana y de Vivienda” (SEDATU, 2013). Desafortunadamente esa política tampo-



Figura 179. Escuela Rayenari, Chihuahua  
Proyecto: Víctor Fuentes.

co ha funcionado correctamente, ocasionando problemas urbanos y ambientales debido a la especulación inmobiliaria. Las desarrolladoras acaparan los terrenos urbanos disponibles para construir grandes torres de edificios, muchas veces sin respetar el uso de suelo y límites de altura y área construida, y sin ningún estudio previo de movilidad, servicios, dotación de áreas verdes o equipamientos urbanos. Y, al mismo tiempo, continuamos desarrollando áreas periféricas a las ciudades con graves afectaciones ambientales.

Premisas globales básicas para los Edificios Sustentables son:

- Realizar un Diseño Pasivo, es decir, que requiera el mínimo posible de energía para su correcta climatización.
- Incluir flexibilidad de usos, posibilidades de crecimiento o subdivisión de las construcciones.
- Tomar en cuenta a las necesidades de los adultos mayores y cada grupo que conforma la comunidad.
- Fuera de los perímetros histórico y patrimonial, densificar la construcción en las ciudades con edificios multiusos de tres a cinco niveles.
- Incluir en todos los edificios la generación de energía eléctrica y el calentamiento solar de agua.
- Destinar espacios que faciliten el uso de bicicletas y la recarga de vehículos eléctricos.
- Diseñar sistemas de instalaciones inteligentes y intercomunicaciones, considerando equipos y elementos constructivos interconectados.
- Tomar en cuenta las condiciones de temperatura y humedad existentes y la posible variabilidad del clima en el futuro próximo.
- Evitar construir en zonas costeras, riveras o zonas inundables y en la proximidad de ellas diseñar construcciones elevadas en pilotes con cimentaciones resistentes a las inundaciones.
- Cosechar y utilizar toda el agua pluvial, creando sistemas de captación, filtrado, almacenamiento, sanitación, distribución u uso.
- Incluir en los edificios huertos urbanos y azoteas verdes para la producción de alimentos.
- Diseñar elementos arquitectónicos para mitigar los efectos de la contaminación del aire, acústica, lumínica y magnética.



Figura 180. Centro de Computo de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco  
Proyecto: A. Figueroa y V. Fuentes  
Imagen: A. Figueroa (2002)



- Generar nichos ambientales en las áreas urbanizadas que fortalezcan la diversidad biológica, diseñar con la vegetación y no en contra de ella.

El diseño bioclimático es el primer paso para desarrollar edificios sustentables con bajo consumo de energía que pueden llegar a ser autosuficientes (huella cero) con la menor inversión posible. Este enfoque incluye barrios, conjuntos, edificios y áreas exteriores, e implica ajustes del medio construido, un mayor respeto al medio natural y también cambios en los modos de vida de los habitantes.

La Arquitectura Bioclimática se basa en el diseño pasivo, que es aquel que regula sus relaciones con el clima y el entorno a través de la forma y los materiales de construcción, sin emplear equipos electromecánicos. En este enfoque metodológico se toman en consideración todos los elementos del entorno y del clima para que la edificación interactúe con ellos, los regule y responda adecuadamente de manera natural sin requerir energía o recursos externos. Su objetivo primordial es lograr condiciones de salud y confort para los habitantes, aumentar la eficiencia y disminuir la demanda de energía, agua y recursos.

El primer paso es entender cuáles son las condicionantes del sitio y del clima, ya que las propuestas de diseño deben estar basadas en ellos. Cada emplazamiento y sus condiciones climáticas impone soluciones arquitectónicas particulares. Se debe tomar en cuenta si el terreno es plano, con topografía ascendente o descendente, la forma como se accede a él, las visuales, los elementos del entorno, ya sean naturales como un río, lago o vegetación, o los elementos artificiales como las propias edificaciones colindantes o existentes en el sitio, las orientaciones de las fachadas, la dirección de los vientos, el régimen pluviométrico, el asoleamiento, y todos los elementos del clima que son determinantes en operación y respuesta al medio ambiente del proyecto.

Un diseño bioclimático se deben iniciar tomando en cuenta la volumetría y ubicación de los espacios construidos que determinarán la posible orientación de vanos y ventanas, así como su interacción con los espacios exteriores inmediatos a la construcción. Cada clima requiere de condiciones volumétricas distintas: compactas o extendidas, alturas de entrepiso altas o bajas, volúmenes que produzcan sombras entre sí o que permitan ganancias solares en todos sus espacios.



Figura 181 Excavación de proyecto en Santa Fe, Jesús del Monte No. 1 Ciudad de México. López L. Pablo (2007). Pablo Lopez Luz: An Explorer of Space and Time [imagen de internet]. Talking Pictures. <https://talking-pictures.net.au/2020/01/20/pablo-lopez-luz-an-explorer-of-space-and-time/>

## Estrategias Básicas de la Arquitectura Bioclimática

Las estrategias básicas del diseño bioclimático que determinan el comportamiento ambiental y sensorial del edificio son: calentamiento y/o enfriamiento, sombreado, renovación del aire, humidificación y/o deshumidificación, resistencia e inercia térmica, iluminación natural y control acústico.

Calentamiento y/o enfriamiento. En función del clima, los espacios necesitan enfriarse en los periodos cálidos o calentarse en los periodos fríos. En algunos climas, sobre todo los climas secos o extremosos, se puede necesitar calentar en el invierno y enfriar en el verano. Para ello son fundamentales las características físicas de la envolvente de los edificios y la comprensión del movimiento aparente del sol, diario y estacional. En algunas condiciones climáticas, el uso de aislantes combinado con una selección adecuada del sistema constructivo tiene un impacto muy significativo en la temperatura interior de los espacios.

En todos los diseños arquitectónicos se debe considerar el asoleamiento, ya sea para incrementar la temperatura interior con ganancias directas a través de ventanas, invernaderos, domos; indirectas a través de muros y cubiertas; o para evitar el calentamiento promoviendo el sombreado de ventanas, muros y cubiertas cuando las temperaturas interiores son agradables o cálidas.

El diseño de dispositivos de sombreado es necesario en condiciones templadas o cálidas y puede hacerse con elementos arquitectónicos fijos como volados, parteluces, aleros, faldones, celosías, pérgolas, pórticos o arboledas de hoja perenne entre otros; elementos móviles como toldos, pantallas, postigos, persianas y cortinas exteriores; o con elementos naturales estacionales como árboles y setos de hoja caduca, enredaderas, etc.

La ventilación natural es otra estrategia de diseño de gran importancia. El uso arquitectónico de la ventilación se determina en función de la dirección, intensidad y frecuencia de los vientos dominantes y de las diferencias de presión en los volúmenes que componen el proyecto y su entorno. Para ello, se deben tomar en cuenta las presiones positivas y negativas que generan los flujos de aire alrededor y al interior de las edificaciones y factores de contaminación acústica. En condiciones de sobrecalentamiento interior, sobre todo con alto contenido de humedad, la ventilación natural es una de las soluciones más económicas y efectivas de disipar el calor, ayudando adicionalmente a mejorar la calidad del aire. Hay que tomar en cuenta que, en cualquier tipo de clima, la ventilación natural es necesaria para ob-



Figura 182. Sala de Consejo Eficicio H-Oeste. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco

Proyecto: A. Figueroa y V. Fuentes

Imagen: A. Figueroa (2002)

tener los cambios de aire requeridos por la normatividad. Adicionalmente, la ventilación natural es la medida de diseño más efectiva para evitar la propagación de enfermedades respiratorias como los virus COVID-19.

Para que exista una ventilación natural adecuada deben presentarse al menos un área para el ingreso de aire en la zona de presión positiva y otra de salida en la zona de presión negativa. Por ello es crítica la volumetría y disposición de los edificios, así como las áreas de ventilación en las ventanas, su forma de operación, su ubicación en los muros exteriores en relación con los usuarios y al viento exterior, el volumen de aire interior y el gradiente de temperatura, entre otros. En condiciones ambientales frías (inferiores a los 18°C) es importante evitar que el viento incida directamente sobre superficies no aisladas de la envolvente, en grandes superficies acristaladas o que penetre directamente al interior sobre las personas, ya que esto incrementará las pérdidas de calor propiciando enfermedades respiratorias. La sensación de frío o disminución de temperatura producida por el viento se denomina Temperatura Efectiva Corregida.

La humidificación o enfriamiento evaporativo es otra estrategia importante para reducir la temperatura interior. Consiste en incrementar el contenido de humedad del aire sin agregar energía. Las formas más antiguas para obtener este efecto son las fuentes y arboledas, aún cuando también se puede conseguir empleando atomizadores de agua o sistemas de “aire lavado”. Esta es una estrategia particularmente efectiva en condiciones de temperaturas elevadas, superiores a los 26°C, con porcentajes de humedad relativa inferiores al 40%. Al aumentar la humedad relativa, la temperatura del aire disminuye significativamente, pudiéndose obtener en climas desérticos o cálido secos reducciones de 10°C o más.

Deshumidificación. Los procesos de deshumidificación son más complejos y generalmente requieren de sistemas electro-mecánicos, excepto en condiciones de climas fríos y húmedos. En este último caso, es suficiente contar con hermeticidad de los espacios interiores y promover ganancias de calor directo con radiación solar a través de ventanas correctamente orientadas o invernaderos. Estos dispositivos se deben complementar con algún tipo de elemento masivo para almacenar el calor durante el día y transferirlo durante la noche.

Resistencia e Inercia Térmica. Todos los sistemas constructivos poseen características específicas de conductividad, retardo y amortiguamiento de la temperatura interior en función del tipo de materiales, las capas que componen el sistema, su espesor y las características de sus acabados. Se entiende por inercia térmica el efecto de retardo y amortiguamiento térmico en el paso de energía a través de mu-





Figura 183. Resistencia e inercia térmica en los sistemas constructivos. Proyecto Tepotzotlán III  
Arquitectos: G. Castorena y A. Figueroa  
Imagen: G. Castorena (2008)

ros o cubiertas. El retardo térmico es la diferencia en horas entre las temperaturas mínimas y máximas en las caras exterior e interior de un sistema constructivo. De igual manera, el amortiguamiento es la reducción en grados centígrados de la oscilación térmica, es decir la diferencia de las temperaturas máximas y mínimas entre el exterior y el interior de un elemento constructivo. Estas características están determinadas por el número de capas o componentes de un muro o techo y el espesor de cada una de ellas; la conductividad, la densidad y el calor específico de cada uno de los materiales que componen el sistema; así como las características de acabado (color y textura) que determinarán su capacidad para absorber, reflejar y emitir energía. A mayor inercia térmica tendremos más estabilidad en las temperaturas interiores y un mayor desfase horario o retardo térmico. La temperatura interior de las estructuras enterradas, semienterradas o con muros masivos de gran espesor tenderán a acercarse a la temperatura media exterior. En forma inversa las estructuras con menor resistencia e inercia térmica estarán cercanas a las temperaturas exteriores en las noches y en el día su temperatura será superior a la del aire por efecto de la radiación solar. Dado que los sistemas constructivos de fachadas y techos están expuestos a la radiación solar e interactúan con el medio ambiente, un mismo sistema constructivo se comportará en forma diferente de acuerdo al clima en que se ubique y a su orientación.

**Iluminación Natural.** La iluminación natural consiste en aprovechar la iluminación diurna de la bóveda celeste en el interior de los espacios, proveyendo niveles de iluminación adecuados para las actividades que se realizarán en ellos. En términos generales se necesita admitir al interior menos del 1% de la luz natural disponible en los exteriores. Es importante que la luz natural se distribuya uniformemente y tenga niveles adecuados para la actividad que se realizará en cada espacio; asimismo, es necesario evitar los altos contrastes entre un espacio y otro que producen deslumbramiento y accidentes. Hoy en día tenemos la tecnología, los materiales y los instrumentos de análisis que nos permiten operar una construcción correctamente sin encender ninguna fuente de iluminación artificial durante el día. Por lo tanto, el número, ubicación y dimensión de las ventanas o domos, el tipo de manguetería y el acristalamiento deben ser evaluados desde las primeras etapas del proyecto. Otro factor a tomarse en cuenta es la orientación, ya que las ventanas pueden permitir la incidencia solar directa en las superficies de trabajo, lo que reduce la visibilidad, aumenta el deslumbramiento y afecta a la vista. En términos generales, la iluminación cenital o la orientación al norte producen niveles más



Figura 184. Distribución de la luz natural en la planta Holcim Apasco en Hermosillo, Sonora.  
Proyecto: P. Llust, F. Ituarte, O. López y F. Plata; asesoría bioclimática A. Figueroa y V. Fuentes.  
Imagen: A. Figueroa (2012)

uniformes de iluminación. Es un tema prioritario del diseño arquitectónico proveer fuentes de iluminación natural suficientes, correctamente controladas y ubicadas para todos los espacios habitables.

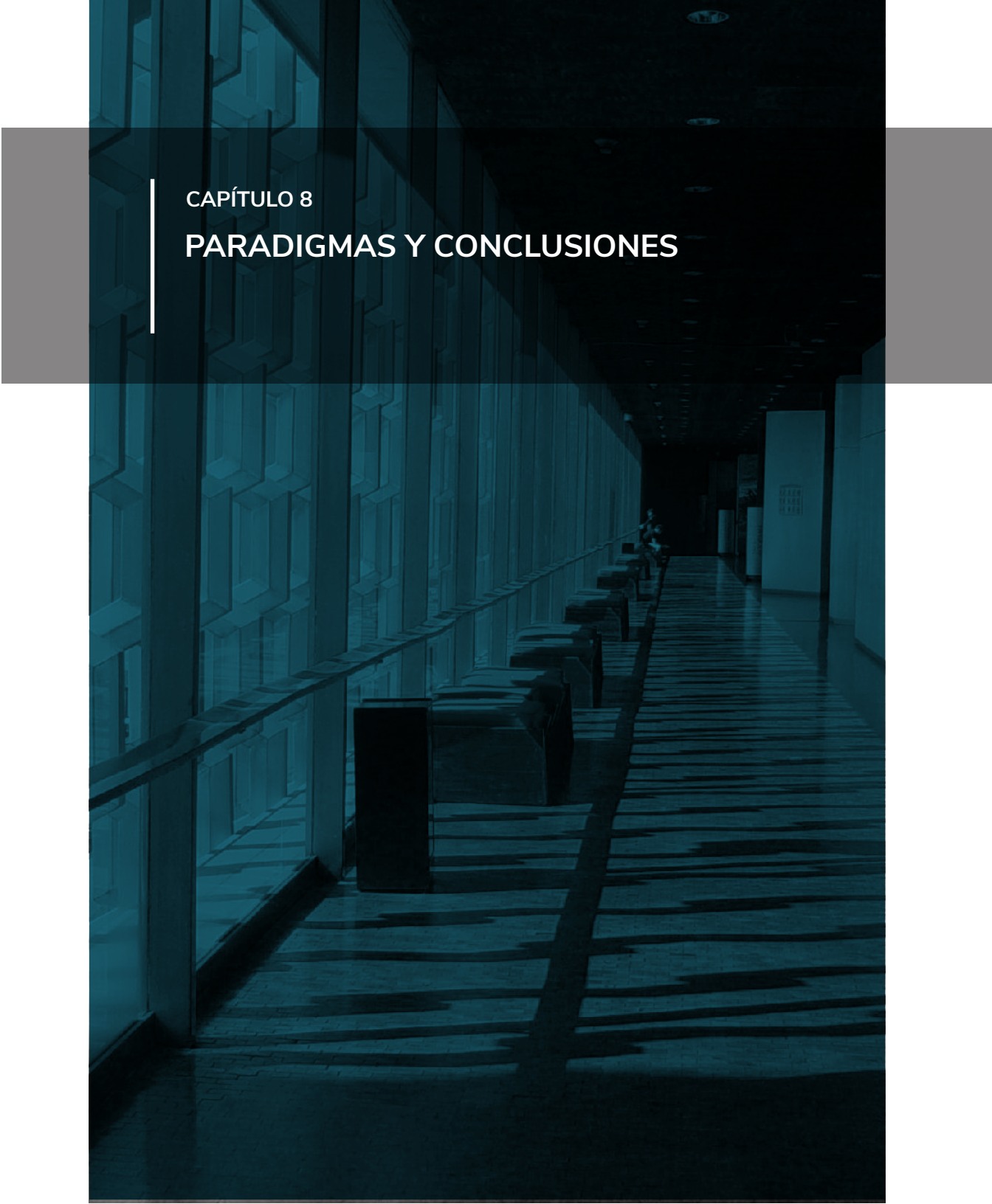
## Control Acústico

Pocas veces prestamos atención al diseño acústico de los espacios, quizá porque no hay consumo de energía, sin embargo, el sonido es tan importante como la luz y la temperatura al ser parte de la percepción integral de un espacio. La inteligibilidad del sonido y de las palabras es muy importante para la comunicación entre los usuarios de un espacio.

Por otro lado, el control del ruido es uno de los problemas urbanos que más afecta la salud y el bienestar de las personas. El crecimiento de la población, el desarrollo de ciudades y pueblos, los materiales duros en pavimentos y fachadas, así como el empleo de numerosos vehículos y aparatos que emplean motores de combustión interna han generado un problema de diseño relacionado a los niveles de ruido urbano y a su manejo arquitectónico. La principal fuente de contaminación acústica son los vehículos automotores. Estrategias como la ventilación natural se relacionan directamente con el ruido ambiental, por lo que es importante para los diseñadores urbanos y arquitectónicos entender la física del sonido y las características de los materiales constructivos en relación con estos fenómenos, para poder controlar, atenuar e incluso suprimir ruidos indeseables.







CAPÍTULO 8

# PARADIGMAS Y CONCLUSIONES



Figura 185. Museo de Antropología  
Arquitecto: Pedro Ramírez Vázquez  
Imagen: V. Fuentes (2015)

## Paradigmas y conclusiones

El entorno que enfrentamos hoy en día con la pandemia del COVID-19 ha puesto en evidencia que los sistemas de desarrollo en los que se basa la sociedad moderna están desvinculados de la naturaleza, que de hecho es el soporte de la vida. Se ve a la naturaleza como proveedora ilimitada de recursos. Anteriormente sus límites no se tomaban en cuenta porque no se vislumbraban, sin embargo, ahora ya son evidentes, con el gran aumento de la población mundial, los recursos son insuficientes, están mal distribuidos y sobreexplotados. La resiliencia del planeta se está perdiendo, los ecosistemas están desequilibrados e incluso la misma sociedad está convulsionando.

Ante estos eventos el planeta está reaccionando, tratando de reencontrar su equilibrio. El aumento de frecuencia e intensidad de los huracanes, incendios y tornados solo son manifestaciones del cambio climático. La redistribución de enfermedades transmitidas por vectores, nuevos virus y el regreso de enfermedades que creíamos ya erradicadas, parecieran ser la respuesta de la naturaleza ante el aumento de población.

El hecho nos plantea una encrucijada, en donde seguimos igual, como si no hubiera pasado nada y regresamos a la “nueva normalidad” o nos replantearnos como sociedad y como individuos buscando una nueva relación con la naturaleza y nuevas alternativas de desarrollo basado en los límites reales de los ecosistemas. Se deben establecer formas alternativas de relación y convivencia social en donde no haya tanta desigualdad, donde las personas tengan los mismos derechos, pero también las mismas responsabilidades. En donde se pueda vivir en forma segura, con respeto entre nosotros y con el planeta.

Ante la situación actual, que incluye la pandemia de COVID-19 y las consecuencias del cambio climático a corto, mediano y largo plazo, se plantean varios escenarios como respuesta a las modificaciones que tendremos que realizar en los modos de vida y hábitos de consumo actuales. Los datos demuestran en forma contundente que hasta esta fecha no hemos hecho lo necesario en el diseño de conjuntos urbanos y arquitectónicos para enfrentar los enormes retos del siglo XXI.

Por ello es que planteamos al menos cuatro paradigmas para enfrentar los retos del diseño respecto a nuestros modos de vida y hábitos de consumo presentes en la Arquitectura y el Urbanismo contemporáneos.





Figura 186. Editt Tower, Singapur  
Welch Adrian (2021). EDITT Tower Singapore Building [imagen de internet]. e-architect – Hamzah & Yeang  
<https://www.e-architect.com/singapore/editt-tower>

Escenario A. El planeta se hace cada vez más pequeño.

Escenario B. La tecnología nos dará la oportunidad de un mundo mejor.

Escenario C. Que sea lo que las normas digan.

Escenario D. Todo sigue igual.

## Escenario A

### **Todos estamos en un planeta que se hace cada vez más pequeño.**

Necesitamos dejar de tomar decisiones de diseño en forma individual (personas, despachos de diseño, instituciones, ciudades, regiones, países) para tomarlos en forma colectiva, debido a que los problemas que enfrentamos como la crisis de salud y alimenticia, el cambio climático y el agotamiento de recursos naturales (energía y agua) tienen un alcance global.

Estamos en un planeta que cada vez se hace más pequeño para un número cada vez más grande de seres humanos que demandan más recursos, por ello un primer paso es controlar el crecimiento de la población. Ahora, como nunca antes, estamos entendiendo que los problemas más graves que enfrentamos son globales y que sus consecuencias pueden ser catastróficas para todos los habitantes. En este escenario requerimos de acciones de diseño con un alcance mucho mayor que un simple edificio. Necesitamos incluir a múltiples factores y disciplinas para diseñar regiones, ciudades, barrios, conjuntos y edificios en una forma más armónica y mucho más resiliente a los cambios que ya están ocurriendo y a los que están por venir.

Una prometedora alternativa en este escenario lo constituye el llamado Geodiseño, que es una estructura de trabajo basada en el diseño colaborativo, que permite desarrollar proyectos en forma colectiva con una metodología clara y flexible que puede adaptarse a diferentes regiones en todo el mundo. En él se incluyen aspectos de planificación territorial y urbana, así como evaluación de recursos naturales y culturales. Sin embargo, el cambio más importante respecto a otras metodologías es la participación de múltiples actores protagónicos en el desarrollo de los proyectos y en la toma de decisiones: el gobierno en sus diferentes niveles, la iniciativa privada con sus posibilidades de inversión, las organizaciones no gubernamentales que representan diferentes intereses sociales y las universidades que aportan conocimiento, entre otros. En este modelo, la facilidad de obtención de datos georreferenciados a través de las plataformas digitales ofrece la posibilidad



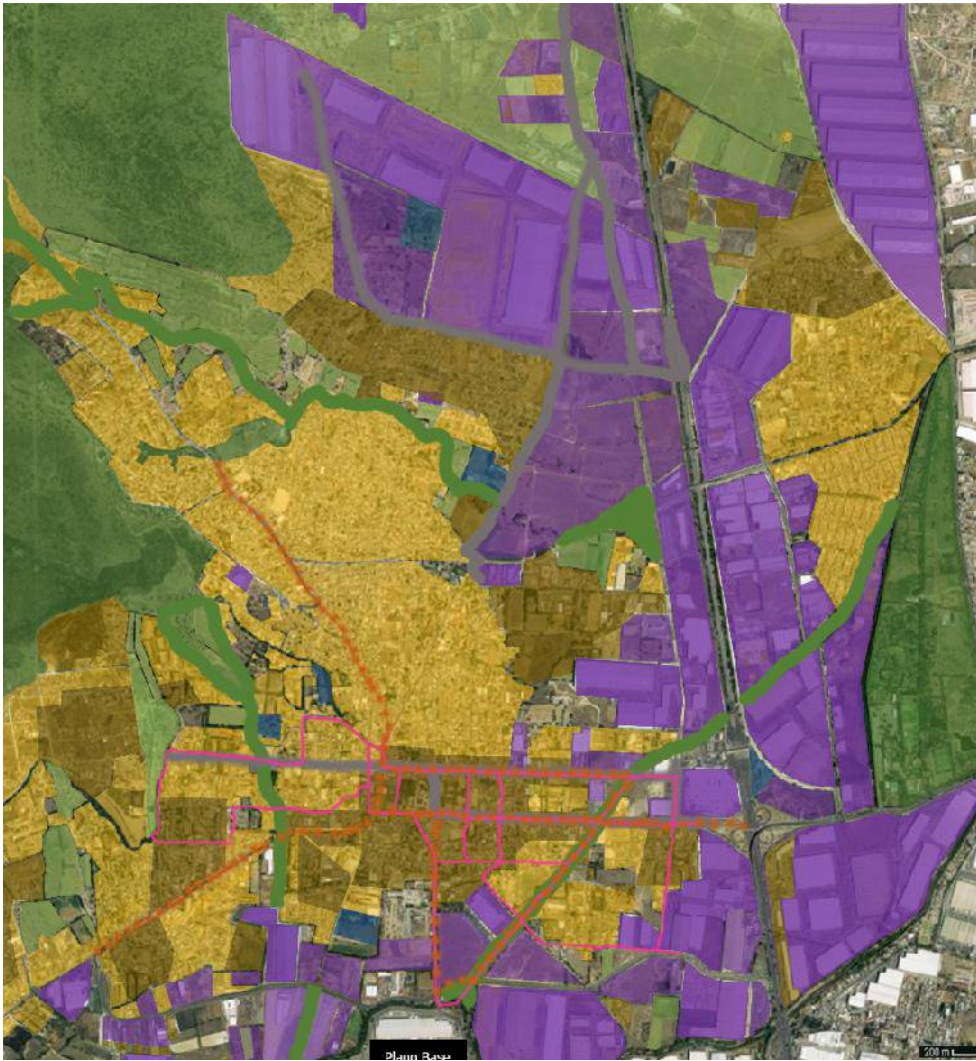


Figura 187. Centro Urbano de Tepetzotlán, alternativas para el cambio climático 2035  
Proyecto: Grupo de Arquitectura Bioclimática, UAM  
Imagen: GAB (2020)

de analizar las alternativas, ajustar a diferentes escalas las decisiones de diseño y prever sus consecuencias.

Este enfoque se ha desarrollado durante los últimos cincuenta años y establece alternativas que pueden ser evaluadas con diferentes parámetros calificables y cuantificables, de forma que el diseño de regiones enteras se base en decisiones tomadas en forma conjunta, acordadas previamente y cuyos resultados sean previsibles a mediano (15 años) y largo plazo (30 años).

A nivel estrictamente arquitectónico, la planificación se debe complementar con edificios con balance cero (*near net zero buildings*). Este es un concepto que cada vez tiene más ejemplos virtuosos en Europa y Asia. Existen diferentes aproximaciones al problema, algunas de las más exitosas hasta la fecha han sido el sistema OM Solar de Japón y el *Passivhaus* originado en Alemania que gradualmente se ha estado adoptando en toda Europa y otros países, incluyendo China. Ambos enfoques están basados en principios muy simples que involucran un buen diseño pasivo de la envolvente, materiales y elementos constructivos de alta calidad, uso de aislantes y sistemas de ventilación controlada con intercambiadores de calor.

Un concepto de diseño arquitectónico con balance cero debe incluir un ciclo de agua con múltiples usos, complementándose con la producción de alimentos. Es decir, valorar el agua como un líquido preciado que debemos captar, utilizar, tratar y reutilizar el mayor número de veces posible para la preparación de alimentos, el aseo, el recreo y la producción de verduras y frutas.

En este mismo escenario debemos revalorar la arquitectura tradicional y algunas construcciones contemporáneas que se han construido de acuerdo al clima donde se encuentran y aprovechan los materiales locales para generar espacios arquitectónicos originales, atractivos, cómodos y eficientes. Existen ejemplos de arquitectura “alternativa” en prácticamente todo el mundo, destacando el trabajo de arquitectos como Hassan Fathy, Eladio Dieste, Luis Barragán, Renzo Piano y Glenn Murcutt.

Este escenario supone un cambio importante en las formas de vida actuales, con espacios más eficientes que implican un ajuste en los hábitos cotidianos de aseo, preparación de alimentos, descanso, trabajo, entretenimiento, etc. Esencialmente se propone a nivel arquitectónico, dar prioridad a la calidad sobre la cantidad para mejorar la comodidad, la salud, eficiencia y autonomía de los habitantes.



Figura 188. Glenn Murcutt y Elevi Plus. Australian Islamic Centre. Melbourne, Australia  
Browell Anthony (2019). Australian Islamic Centre / Glenn Murcutt + Elevi Plus [imagen de internet].  
ArchDaily. <https://www.archdaily.com/919964/australian-islamic-centre-glenn-murcutt-plus-elevi-plus>

## Escenario B

### La tecnología nos dará la oportunidad de un mundo mejor

En un segundo escenario, podemos considerar que se continúe con las mejores prácticas tecnológicas actuales, esperando que éstas logren mitigar los problemas. En esta situación cambiamos nuestros modos de vida y ponemos toda nuestra fe en la tecnología: nuevos materiales, nuevas máquinas y dispositivos resolverán los problemas de salud, contaminación, energía, agua, etc.

Nuestros hábitos de consumo le darían prioridad a la adquisición de dispositivos y equipos interconectados a la red y esto se refleja en una automatización de los espacios arquitectónicos. Todas las actividades se controlan y planean en forma remota a través de dispositivos personales o de un administrador central.

En este modelo, la integración de la tecnología y la electrónica en la planificación, diseño, operación y mantenimiento de los espacios tienen un papel protagónico para desarrollar construcciones inteligentes integrando el internet de las cosas.

Un edificio inteligente centraliza la información de la operación de sus sistemas de climatización, iluminación, transporte, seguridad, consumo de agua, estructura, etc, procesándola en tiempo real para tomar decisiones. Hace disponible toda esta información en forma remota para que podamos efectuar los ajustes en la operación de la edificación de acuerdo a nuestras necesidades o gustos. Desde luego, implica que los aparatos, elementos y dispositivos empleados en la construcción tengan integrada “inteligencia” a través de sensores, transmisores y controladores del llamado internet de las cosas.

En lugares como Japón, el enfoque tecnológico se está aplicando con el concepto de Comunidad Inteligente (*Smart Community*) a nivel de barrios que incluyan plantas de generación de energía, fábricas, comercios, edificios y hogares inteligentes donde los sistemas de Administración en Manejo de Energía (*Energy Management Systems*) se integran e interconectan por medio de la red eléctrica y la WEB/nube informática.

Este escenario crea una profunda dependencia de nuestro modo de vida con la producción de dispositivos y software electrónicos. Nuestros hábitos de consumo se vuelven dependientes de la adquisición de estos aparatos, separando diferentes niveles de ingreso y grupos sociales.

Por otra parte, el mercado tecnológico se basa en un cambio constante que fomenta el consumismo a ultranza, creando continuamente nuevos sistemas y pro-



Figura 189. Concepto de casa inteligente en Japón con Home Energy Management Systems  
Figura 191 Concepto de casa inteligente en Japón con Home Energy Management Systems  
Link TV (2013). Japan: Smart Green Homes on the Horizon [imagen de video de youtube].  
<https://www.youtube.com/watch?v=gouul56oqwU>



protocolos de comunicación que hacen obsoletos a los anteriores, incluso cuando estos todavía operan correctamente.

Adicionalmente este enfoque hace que toda la información personal de los hábitos de vida y consumo generada en los espacios que habitamos esté disponible en forma de “big data” en la nube informática. Un edificio inteligente implica que personas ajenas verifiquen, y eventualmente controlen, nuestros modos y hábitos de vida, con el consiguiente riesgo de pérdida de privacidad y en un caso extremo de libertad.

Finalmente, este modo de vida se caracteriza por su alta dependencia de la tecnología y por generar grandes cantidades de desperdicios electrónicos, altamente contaminantes.

## Escenario C

### Que sea lo que las normas y el mercado digan

Un tercer escenario posible está en que pongamos nuestro esfuerzo en el desarrollo de normas y reglamentos, tanto de cumplimiento voluntario como obligatorio. Es decir, en este enfoque confiamos en lo que las autoridades o los “expertos” determinen que es lo todos debemos hacer.

Aún cuando parece lógico el regular y controlar nuestra forma de vida y hábitos de consumo desde normas generales, este enfoque ha presentado varios problemas a lo largo del tiempo. Uno de ellos es que los reglamentos y normas de construcción oficiales tienen un proceso complicado y dilatado para su aprobación en las diferentes instancias de gobierno, cambiando de un país a otro e incluso de una región a otra. Esta aprobación implica el acuerdo de los representantes populares entre sí y la presión de grupos de interés poderosos que pueden ser beneficiados o perjudicados. Adicionalmente, los reglamentos y normas oficiales generalmente llevan asociadas infracciones y multas que les dan un carácter punitivo y las hacen vulnerables a la corrupción. Asimismo, su aplicación con frecuencia es discrecional y se presta a diferentes interpretaciones, lo que puede producir resultados diferentes a los esperados.

Por otra parte, las normas constructivas o de diseño voluntarias, tienen un carácter preventivo, lo que les da mayor efectividad y facilidad de aplicación. Ya existen normas nacionales e internacionales que incluyen el análisis del sitio, el impacto ambiental, el proceso de diseño, algunos equipos y dispositivos, la ejecución de la obra y la evaluación de su operación. Aún cuando, en términos generales, po-

## **NORMA MEXICANA**

### **NMX-AA-164-SCFI-2013**

#### **EDIFICACIÓN SUSTENTABLE - CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES MÍNIMOS**

#### **SUSTAINABLE BUILDING - CRITERIA AND MINIMAL ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS**

Figura 190 Norma Mexicana MX-AA-164-SCFI-2013  
SEMARNAT (sf). Norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 [figura de publicación]. Biblioteca SEMAR-  
NAT. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3156.pdf>

seen un fundamento técnico bien justificado, su aplicación voluntaria las ha hecho dependientes de los beneficios económicos directos que aportan a quien las sigue. Dado el elevado costo actual de una certificación, su aplicación ha sido limitada casi exclusivamente a edificios de oficinas.

Dentro de todas las normas voluntarias destaca la necesidad de contar con “certificadores” acreditados, lo que ha conducido a un encarecimiento de los procedimientos, al control por un grupo pequeño de expertos o a la simple incapacidad para poder aplicarlas como ha ocurrido por ejemplo con las normas oficiales mexicanas NOM-008-ENER y NOM-020-ENER de eficiencia energética en los edificios y la NMX-AA-164 de Edificación Sustentable.

En el caso extremo están los sistemas extranjeros de certificación, dentro de los que destaca LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que pone en manos de instituciones foráneas la calificación de los edificios. En torno a este sistema se ha creado toda una estructura de empresa comercial basada en los Estados Unidos que da trabajo a miles de personas. Sin embargo, los resultados medidos del desempeño energético y ambiental de los edificios certificados en niveles medio (*certified*) o bueno (*silver*) en la mayoría de los casos no es mejor que el de otras edificaciones similares no certificadas. Esto se debe a que algunos de los sistemas de certificación “internacionales” le dan muy poco valor a la respuesta climática y la eficiencia energética. Los asesores con frecuencia se convierten en expertos en conseguir puntos con las alternativas que requieran la menor inversión o reduzcan al máximo el tiempo de diseño y construcción. Por ejemplo, se obtienen más “puntos” por cambiar la especificación de los vidrios en una fachada, que por orientar correctamente esa misma fachada o por incluir dispositivos de control solar.

No deja de ser paradójico que siendo Estados Unidos el país que más deteriora el medio ambiente y más energía y recursos consume per cápita, sean sus profesionales en Arquitectura e Ingeniería los que califiquen el desempeño de los edificios en otros países.

Este escenario promueve estilos de vida y hábitos de consumo de otras regiones y culturas que son ajenos. Nos hace altamente dependientes y no ofrece una posibilidad sustentable de mejora en la calidad de vida a mediano y largo plazo, ya que se basa en la idea de diseñar y construir siguiendo lo que otros países hacen.

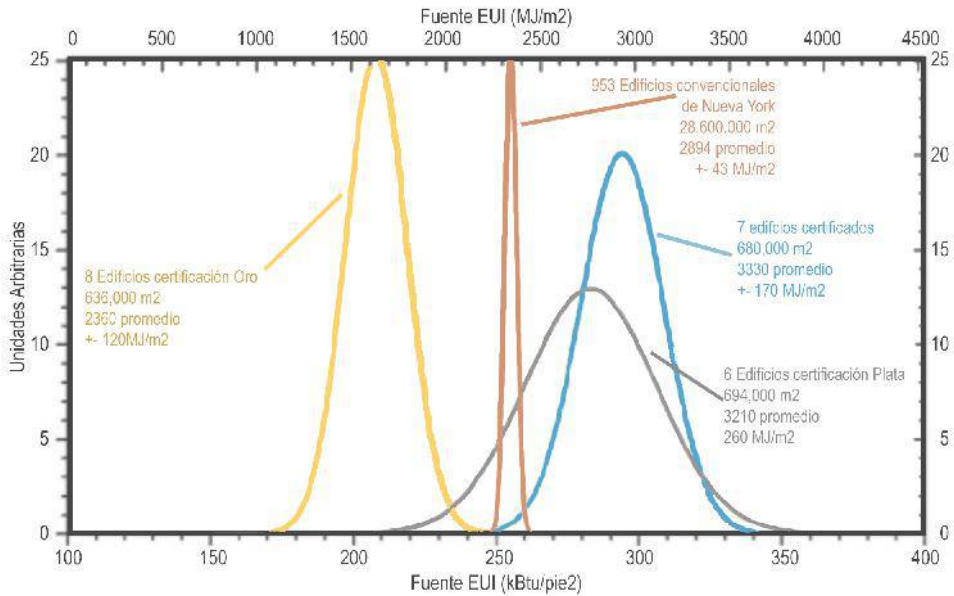


Figura 191 Comparación del consumo energético por superficie para grandes edificios en oficinas Scofield H. John (2013). Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings p. 521 [gráfico en publicación]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037877881300529X#:~:text=With%20regard%20to%20energy%20consumption,NYC%20office%20buildings%20by%2020%25>.

## Escenario D

### Todo sigue igual

Como ha quedado demostrado en todos los países que han levantado su cuarentena ante el COVID-19, una parte mayoritaria de la población considera que una vez superada la emergencia puede regresar a su modo de vida anterior, sin ningún cambio. Esto lleva implícito mantener los mismos hábitos de consumo que nos habían caracterizado hasta el 2019. Sin embargo, los resultados de esta actitud han sido muy negativos y se han demostrado a corto plazo en el número de casos y fallecimientos. A largo plazo, mantener este modo de vida y hábitos de consumo solo puede producir un mayor deterioro de los sistemas naturales y al colapso de los servicios básicos de agua y energía a niveles local, regional o nacional, que en muchas áreas ya están llegando a sus límites.

También es importante que reflexionemos sobre el diseño vigente de las ciudades, barrios y edificios, ya que la forma actual de construir ha dado preferencia al espacio cerrado sobre las áreas abiertas, a la tecnología sobre las técnicas constructivas locales y al consumo intensivo de bienes y servicios sobre la durabilidad y la eficiencia.

A nivel urbano no se ha hecho una planificación congruente con la disponibilidad y mantenimiento de los recursos naturales locales como la vegetación, tierras fértiles, escurrimientos de agua, etc. También continuamos dando prioridad al uso del automóvil y el avión sobre otras formas de transporte más eficientes como los ferrocarriles y las bicicletas. Una de las razones por las que el virus del COVID-19 se extendió por todo el mundo en un tiempo muy breve fueron precisamente los medios de transporte como aviones y barcos.

En este escenario, el diseño arquitectónico sigue siendo determinado por las modas, dominando el cristal sin protección de sombreado en las fachadas y los sistemas de aire acondicionado en la mayoría de los espacios públicos. Este tipo de arquitectura internacional ha sido ampliamente estudiado y criticado desde la década de 1960, cuando se demostró que era la forma más inadecuada de diseñar porque no estaba tomando en cuenta las características climáticas de los diferentes lugares, ni la experiencia empírica adquirida por sus habitantes por cientos e incluso miles de años, ni los aspectos culturales asociados al diseño y construcción de ciudades y edificios.

Seguir haciendo lo mismo, quiere decir diseñar edificios similares en Moscú, Houston o Mérida; instalar los mismos materiales y emplear los mismos sistemas



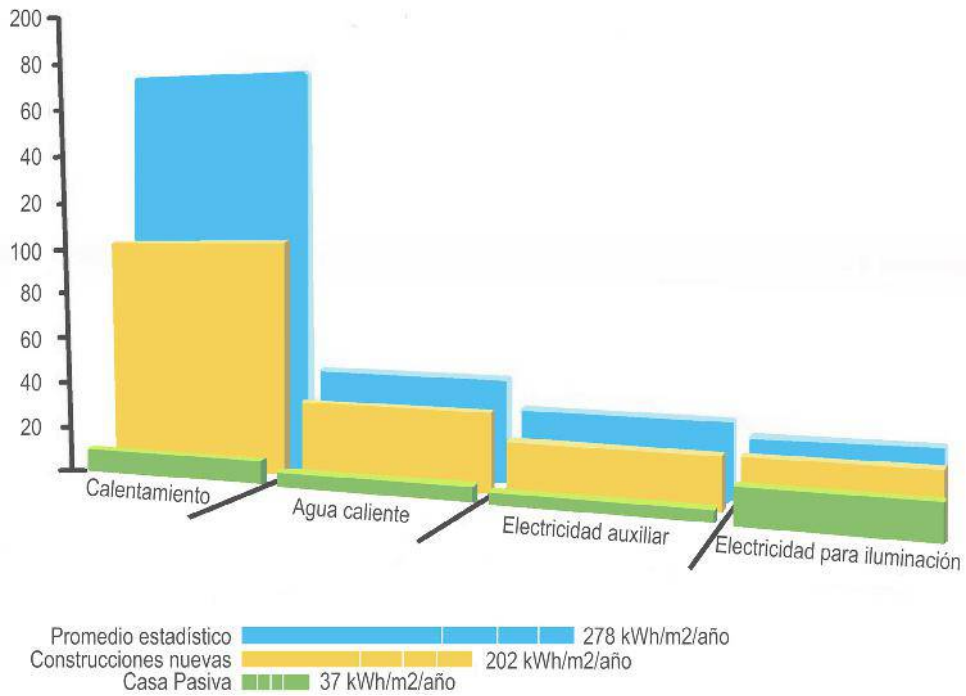


Figura 192. Comparación entre el total de edificaciones, construcciones nuevas y "passive house" Guevin Denis (sf). Energy consumption comparison; statistical average, new building, passive house [gráfico en internet]. [www.northparkpassive.com](http://www.northparkpassive.com)

constructivos. En el mejor de los casos, basta con obtener una certificación extranjera para estar seguros de que estamos haciendo la Arquitectura correcta.

### **Modos de vida y hábitos de consumo en el futuro**

Es difícil prever como reaccionaremos en modo individual y como sociedad a los retos que estamos enfrentando en el siglo XXI. Lo más probable es que los cuatro escenarios planteados, más otros posibles, se combinen en diferentes porcentajes.

De forma idónea los escenarios A, B y C podrían complementarse para proporcionarnos alternativas sustentables a largo plazo que incluyan un diseño bioclimático, tecnología apropiada y reglamentación precisa y fácil de aplicar y verificar, haciéndonos resilientes ante los cambios que ya estamos presenciando y algunas condiciones muy probables en el futuro inmediato como incremento en la temperatura del aire, escasez de agua, necesidad de energías alternativas, producción local de alimentos, etc. En todos ellos, menos en el escenario D, necesitamos ajustar nuestros modos de vida a una nueva realidad que requiere acciones no solo por parte de los gobiernos, las ciudades y los edificios, pero también requiere un mayor esfuerzo y compromiso de todos los habitantes y usuarios.

Estos cambios implican ajustes importantes en nuestros hábitos de consumo, que en los últimos años se han caracterizado por el despilfarro, el consumismo y la ineficiencia. En la mayoría de los casos, nuestros hábitos de consumo actuales funcionan en ciclos abiertos: producimos masivamente con el menor precio y calidad, compramos más de lo necesario, consumimos brevemente y desechamos.

Por ello es urgente cambiar los conceptos urbanos y arquitectónicos para que funcionen en un ciclo de casi cero energía y agua; también necesitamos cambiar nuestros hábitos de consumo para que los espacios operen en un ciclo que incluya la producción, consumo consciente y de calidad en los edificios y objetos necesarios para su uso por periodos largos y finalmente, al término de su vida útil puedan ser reutilizados, reciclados, recuperados o reincorporados en forma segura al 100%.

Como los eventos lo han demostrado a partir del 2021, de la proporción en la que combinemos cada uno de los escenarios posibles dependerá el resultado de nuestras sociedades y del mundo entero.



Figura 193. Rascacielos en Moscú, Rusia; incluyendo Neva Towers. LEED Gold.  
Arquitectos: HOK, FXFOWLE y SPEECH.  
Imagen: Marco Mattar

## Primero el Diseño

El primer paso para una arquitectura con consumo de energía cercana a cero (near Zero Energy Building-nZEB), de balance cero de energía (Net Zero Energy Building-netZEB) o balance positivo de energía (net Positive Energy Building-netPEB) es la reducción de la demanda de energía.

En diseño bioclimático es el fundamento de una arquitectura saludable, confortable, sustentable y con bajo consumo de energía. Es absurdo pensar en una edificación mal diseñada a la cual se le incorpora alta tecnología con el fin de querer hacerla eficiente. Sería como si a un viejo y oxidado chasis de automóvil se le quisiera incorporar un motor de celdas de hidrógeno.

El diseño bioclimático, el uso de sistemas pasivos, la incorporación de sistemas y elementos que aprovechen al máximo las energías y recursos naturales es sin duda el primer paso (González, 2019). Un diseño con estas características limitará en gran medida la demanda de energía.

El objetivo central de la arquitectura es crear espacios saludables y confortables que reduzcan la dependencia de la energía convencional tendiendo hacia la autosuficiencia energética y que haga un uso eficiente del agua y los recursos naturales. Para lograr esto es necesario desde el inicio que el edificio esté diseñado de acuerdo con las condiciones ambientales y climáticas de su emplazamiento. Es decir, que el diseño principie por tener un profundo entendimiento de las condiciones físicas y ambientales del sitio y usarlas como determinantes de la arquitectura y el urbanismo.

El diseño debe partir de sistemas pasivos de climatización e iluminación naturales y así como elementos arquitectónicos, materiales y sistemas constructivos que ayuden a que la edificación tenga una buena respuesta a las condiciones ambientales y climáticas imperantes. Por ejemplo: masa térmica, dispositivos de sombreado, humidificación, ventilación, doble fachada, sistemas intercambiadores tierra-aire, cambio de fase de materiales, superficies vegetadas, etc.

El segundo paso es usar de manera eficiente la energía necesaria para el buen funcionamiento de la edificación de acuerdo con sus requerimientos. Esto se puede lograr a través de la instalación en las construcciones de sistemas de energía renovable con baja exergía, por ejemplo: calentadores solares de agua, pisos radiantes por energía solar, ventiladores de plafón, o algunos otros sistemas activos y mixtos de alta eficiencia.

También se debe reducir la demanda a través de equipos y electrodomésticos de alta eficiencia necesarios para la operación de los espacios como: televisores,



Figura 194. Parque de adopción de perros de la Fundación Animal. Las Vegas, Nevada.  
Bonner Tom (sf). [imagen de internet]. The American Institute of Architects <https://www.aiaopten.org/node/154>



computadoras, refrigeradores, lavadoras con bajo consumo de electricidad y agua, e iluminación con lámparas LED o inducción magnética, etc.

El último paso es generación de energía renovable en la propia edificación, ya sea solar fotovoltaico o con turbinas eólicas instaladas en la envolvente del edificio. La selección de estos sistemas debe basarse en las condiciones climatológicas locales, ya que el mismo sistema puede cambiar notablemente su eficiencia en función del lugar donde se instale.

En conclusión, los pasos lógicos son: reducir la demanda a través del diseño de las ciudades y edificios, reducir el consumo a través de equipos y aparatos electrodomésticos eficientes y finalmente, generar la energía necesaria a través de ecotecnologías sustentables.

La base es el diseño ya que a partir de él se pueden incorporar los elementos tecnológicos y de control necesarios y adecuados. Solo de esta manera se podrán lograr a corto plazo las edificaciones saludables, confortables y sustentables que necesitamos ahora.

### En resumen

La situación actual nos obliga a revisar y replantear nuestros hábitos de consumo de agua, energía, alimentos y transporte, entre otros, así como nuestras prioridades respecto a la salud, educación, trabajo, abastecimiento y entretenimiento.

El cambio climático está sucediendo con mayor velocidad a la anticipada, por lo que las condiciones climáticas locales en las que se desempeña la arquitectura ya están cambiando y cambiarán aún más en los próximos años con veranos más calurosos e inviernos más fríos, mayores sequías en algunas áreas y lluvias huracanadas en otras partes; aumento de los niveles del mar que ya están haciendo desaparecer a algunas islas y localidades costeras y que lo harán de una forma mucho más severa en los próximos años. Los nuevos diseños urbanos y arquitectónicos tienen que considerar un buen desempeño actual y una fácil adaptación a los cambios climáticos que ya están ocurriendo.

Posiblemente la población mundial seguirá creciendo con el mismo ritmo, aumentando casi 30% en veinte años. Esta situación, junto con el cambio climático, está generando, en todos los continentes, migraciones de millones de personas del campo a la ciudad y de un país a otro. Los movimientos de población se acentuarán sobre todo en las megalópolis, que deben prever este incremento poblacional que



Figura 195. Vivienda Bioclimática.

ITER (2010). Vivienda en Urbanización experimental bioclimática [imagen de internet]. Rodríguez Gil arquitecto. [http://www.rodriguezgil-arquitecto.com/01.1.10\\_PV\\_Tenerife.html](http://www.rodriguezgil-arquitecto.com/01.1.10_PV_Tenerife.html)

también ocurrirá en un periodo muy breve de tiempo. Con ello se congestionará aún más la infraestructura y el equipamiento, acentuándose las diferencias económicas entre clases sociales, regiones y países. Es urgente diseñar estrategias regionales de Geodiseño que permitan conservar el patrimonio ambiental y cultural y al mismo tiempo promuevan el desarrollo social y económico, equitativo de grandes masas de población.

No solo ha aumentado la población, también hay un incremento constante del consumo de energía per cápita en el mundo. Las sociedades contemporáneas son cada vez más dependientes de la energía para producir, capacitarse, transportarse, construir y habitar. Como se ha comentado, la mejor forma de ahorrar energía es que los edificios sean autosuficientes por medio de arquitectura bioclimática adaptada al medio donde se ubican, al empleo de equipos y aparatos eficientes, pero sobre todo cambiando nuestros hábitos de consumo. En la mayoría de los espacios habitados podemos mantener todas las luminarias apagadas durante el día, emplear los sistemas de climatización artificial solo en algunas épocas del año en que son indispensables, ajustar la forma en que vestimos y los horarios de las actividades que realizamos al clima donde nos encontramos. En los climas templados o calurosos es posible utilizar espacios abiertos o semiabiertos para la mayoría las actividades cotidianas. La energía eólica y fotovoltaica pueden ser las fuentes alternas de energía más viables a corto plazo incorporándolas a las construcciones, pero requieren inversiones en instalaciones distribuidas y al mismo tiempo una mayor eficiencia de los procesos de diseño, construcción y operación de barrios y edificios, así como en los medios de transporte.

Actualmente el desarrollo de las ciudades y el diseño de los edificios dependen directamente del uso de vehículos de combustión interna como automóviles, autobuses y camiones de carga; sin ellos las ciudades actuales no funcionan. El estacionamiento de vehículos dentro de los edificios llega a ocupar hasta el 50% de la construcción; este uso debe ser reemplazado por espacios comunitarios para el ejercicio, entretenimiento o trabajo. Los automóviles privados pueden ser sustituidos en una forma rentable y práctica por vehículos eléctricos compartidos de uso temporal. El uso del automóvil particular no es sostenible, ni siquiera con la irrupción masiva de autos eléctricos. Por eso tenemos que rediseñar nuestras ciudades para que sean más peatonales, seguras para el transporte de proximidad en bicicleta y con medios masivos como el metro y los ferrocarriles para distancias medias y largas.



Figura 196. Songdo Ciudad de alta tecnología en Korea del Sur.  
Imagen: <https://www.businessdestinations.com/featured/south-koreas-songdo-city/>

El agua es un problema importante en extensas regiones del mundo y sobre todo en las grandes ciudades donde el abastecimiento ya es insuficiente para la población actual. Requerimos cambiar los usos y costumbres en el consumo de agua en las ciudades y edificaciones. A nivel regional y urbano se debe aprovechar el agua para un riego controlado de alta eficiencia, empleando sistemas por goteo, hidroponía o invernaderos. A nivel arquitectónico es urgente emplearla en ciclos cerrados, donde el agua de mayor calidad se aproveche para consumo y preparación de alimentos; se “coseche” agua de lluvia y ésta tenga un primer uso para lavado de ropa, limpieza y aseo general. Toda el agua gris desechada puede ser filtrada fácilmente por sistemas orgánicos instalados en los edificios para riego de áreas verdes e incluso alimentos producidos en sitio. Es forzoso que a nivel urbano existan redes sanitarias para aguas negras separadas del agua pluvial, lo que facilita la construcción y operación de sistemas de tratamiento que obligatoriamente deben instalarse para conservar sanos los arroyos, ríos y mares de los que depende nuestra existencia. El agua no tiene precio, por lo que las tarifas se deben ajustar al alza para evitar su derroche. Todas las edificaciones del siglo XXI deben tener depósitos y tratamientos diferenciados para cada tipo de agua. La meta debe ser construir barrios y edificios con consumo cero de agua.

Estrechamente vinculado con el agua está el tema de la producción de alimentos. Los problemas antes mencionados incrementarán el hambre y desabasto de alimentos. La producción local y regional de alimentos es una pieza clave para la resiliencia, salud y calidad de vida. Ante esta situación es indispensable que se inicie la producción masiva de vegetales en los barrios y edificios a través de huertos urbanos en áreas verdes y azoteas. Las experiencias llevadas a cabo en pequeña escala en todos los continentes indican que ésta es una alternativa viable y rentable, que además promueve la cohesión social y el ejercicio. Asimismo, debemos modificar nuestros hábitos alimenticios, evitando al máximo el consumo de productos industrializados, sobre todo los importados, y dando prioridad a los productos locales, particularmente aquellos que tienen periodicidad estacional, no usan insecticidas o pesticidas y no tienen empaques plásticos, lo que mejora nuestra salud y genera empleos locales. Necesitamos balancear con mucho mayor cuidado la ingesta de calorías al gasto energético que tenemos de acuerdo a nuestra edad, complejidad y actividades. Por ello el diseño de espacios exteriores debe incluir preferentemente árboles frutales adecuados al clima, así como espacios comunitarios e individuales para la producción de verduras y hortalizas empleando el agua tratada y cosecha de lluvia de los edificios. Áreas como los invernaderos pueden tener múltiples usos





Figura 197 Escuela secundaria Lycee Schorge  
Kéré Architecture (2017). Lycee Schorge Secondary School [imagen de internet]. E-flux architecture.  
<https://www.e-flux.com/announcements/126415/lycee-schorge-secondary-school/>

incluyendo la producción de alimentos, el calentamiento de los espacios, el ejercicio y el esparcimiento.

Finalmente, en estos últimos meses hemos comprendido lo vital que es la salud y lo frágil que es la vida; al mismo tiempo hemos redescubierto nuestra necesidad de espacios saludables con una adecuada ventilación, con buena iluminación natural y asoleamiento, con temperaturas adecuadas a nuestras actividades, género y edad y con un control eficiente del ruido, entre otros. Muchas de las construcciones actuales presentan el “síndrome del edificio enfermo” porque afectan la salud de quienes las usan. Por ello es importante aplicar los principios y elementos de un diseño bioclimático usando los conocimientos y elementos que se han desarrollado durante varios siglos y que ahora resultan más fáciles de evaluar con las herramientas de computo. No es un tema de “expertos”, sino una necesidad de sentido común que deben tener todos los diseñadores urbanos y arquitectos. Los espacios que diseñemos deben ser intrínsecamente sanos, sin depender permanentemente de equipos electro-mecánicos, para que sus habitantes conserven la salud y tengan una vida plena.

Todo lo analizado nos lleva a replantear el diseño de espacios urbanos y arquitectónicos para poder dar prioridad a la salud, el confort y la eficiencia tanto individual como colectiva desarrollando nuevos espacios para las actividades cotidianas, donde las tecnologías de comunicación a distancia jugarán un papel cada vez más importante y dominante.

Los retos y las oportunidades para el diseño en el siglo XXI son enormes, así como la dimensión de los problemas a resolver, que cada vez con mayor frecuencia tendrán una escala mundial.

## Bibliografía

- González, Eduardo (2019) The 6-Tier Approach to near Zero Energy Building (nZEB)
- Fisher, T. et al. (2020). International Geodesign Collaboratrion, Changing Geography by Design. Esri Press, Redlands, EUA
- Stenitz, Carl (2018). Geodesign Framework, ESRI press. Redlands, EUA
- Scotfield, John H. (2013) Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings. Energy and Buildings, Ed. Elsevier, Vol. 67 December 2013, Pages 517-524



**Arquitectura Bioclimática y Geodiseño; nuevos paradigmas**

Se terminó de imprimir en el mes de Agosto de 2021, en los talleres de Tinta Negra, en la Ciudad de México. Se utilizaron los tipos Nunito Sans y Lato. Los interiores están impresos en papel couché de 115 g. Se tiraron 500 ejemplares. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Lilian Alejandra Ortiz Moreno, Gerardo René Aranda Barajas y los autores.