



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES
CENTRO DE ESTUDIOS SOCIOLÓGICOS



POLÍTICA VERDE URBANA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

EL CASO DE LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN LA CIUDAD DE MÉXICO

T E S I S

Que para obtener el título de

LICENCIADA EN SOCIOLOGÍA

Presenta

PATRICIA MARISOL RENTERÍA JUÁREZ

Director de Tesis

DR. GIAN CARLO DELGADO RAMOS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi papá, mamá y hermana,
por su amor y apoyo constante.

A los y las que vivimos el cambio climático en las ciudades.

Índice

Introducción.....	5
Capítulo 1. Ciudad y cambio climático	11
1.1 Consideraciones en torno al concepto de ciudad.....	12
Concepto de ciudad	12
Proceso de urbanización	15
Megaciudades contemporáneas	24
1.2 Cambio climático.....	28
Causas del cambio climático	31
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	34
Cambios climáticos observados	38
Proyecciones del cambio climático global	43
Impactos en el ecosistema.....	44
Impactos en la sociedad.....	45
1.3 Ciudades frente al cambio climático	47
Contribución de las ciudades al cambio climático	47
Emisiones de las ciudades.....	50
Impactos del cambio climático en las ciudades	51
Capítulo 2. La Ciudad de México ante el cambio climático	55
2.1 Contribución de la Ciudad de México al cambio climático.....	56
Características físicas	57
Características socio-históricas	58
Crecimiento territorial y demográfico de la Ciudad de México.....	59
Antecedentes	59
Primera etapa. Crecimiento de la ciudad central (1900-1930)	60
Segunda etapa. Expansión periférica (1930-1950)	63
Tercera etapa. Dinámica metropolitana (1950-1980)	64
Cuarta etapa. La ciudad neoliberal (1980-actualidad)	68
Aspecto económico	70
Aspecto territorial.....	71
Aspecto demográfico	74
Aspecto social	79
Emisiones de GEI en la Ciudad de México	80

2.2 Vulnerabilidad socioclimática en la Ciudad de México	82
2.3 Políticas públicas de mitigación y adaptación de la Ciudad de México	85
Capítulo 3. Política pública de vivienda sustentable en México.....	89
3.1 Escala nacional.....	90
Marco institucional.....	91
Marco jurídico	93
Marco programático.....	97
Sistemas de certificación o calificación de vivienda sustentable.....	110
3.2 Escala local: Distrito Federal	112
Marco institucional.....	114
Marco jurídico	115
Marco programático.....	121
Sistemas de certificación	123
Capítulo 4. Vivienda sustentable en la Ciudad de México.....	125
4.1 Metabolismo socioambiental	126
Metabolismo urbano	128
4.2 Metabolismo de la vivienda.....	132
4.3 Características de la Unidad habitacional Tlalpan 3155, Santa Úrsula Coapa	136
Antecedentes	136
Descripción.....	137
Conflicto en torno a la construcción de la Unidad habitacional.....	141
4.4 Perfil metabólico de la Unidad habitacional	148
Etapa de construcción	148
Etapa de uso	150
Conclusiones	169
Referencias	171
Anexo. Encuesta para la Evaluación del Metabolismo de la Vivienda (etapa de uso)....	179
Siglas y acrónimos.....	181

Introducción

*“Nada en la ciudad es circunstancial, ingenuo o neutral”
(Ornelas, 2000)*

Las ciudades son los espacios que ocupan en promedio el 2% del territorio, donde se genera más del 80% de la riqueza mundial, habita el 55% de la población mundial (UN, 2018), consumen entre el 60-80% de la energía y emiten el 75% de los gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2014). Todos estos problemas aumentarán en un contexto de cambio climático y cambio ecológico global.

En el último informe del Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC, 2018) se señala que son las actividades humanas las que han causado el calentamiento global. En este sentido, el papel de las ciudades cobra mayor importancia, ya que, por un lado, son espacios que se verán afectados por el cambio climático; y por el otro, son responsables de la generación de GEI. Así, serán los asentamientos urbanos donde se puedan tomar la mayor parte de acciones, tanto de mitigación como de adaptación.

Sin embargo, a pesar de que las investigaciones evidencian el rol de las ciudades, no se han logrado disminuir las emisiones de GEI. Una de las razones que se identifica en este trabajo, es que se ha dejado de lado el análisis de los elementos que conforman a las ciudades y sus interacciones, tanto dentro como fuera de la misma. Al no tomar en cuenta los elementos que las componen, los diagnósticos, el diseño de políticas públicas y las soluciones formuladas se vuelven limitadas y no tienen el impacto necesario para enfrentar el problema.

Esta investigación intenta demostrar la relación de interdependencia e interdefinibilidad que existe entre las ciudades y el cambio climático. Esto a partir del análisis de la vivienda como punto de la planeación integral que articula aspectos como la movilidad, la generación de residuos, la calidad de aire, las áreas verdes, entre otros.

Así, se analiza el papel que tuvo la política pública de vivienda sustentable en la contribución de la Ciudad de México (CDMX) para afrontar el cambio climático durante el periodo 2007-2012. La investigación se centra en el caso de una unidad habitacional sustentable financiada por el Instituto de Vivienda de CDMX. Esto con el objetivo de develar por qué la política de vivienda implementada por la administración del periodo 2007-2012, a partir de la formulación de planes, programas, leyes, normas y certificaciones en materia de vivienda, no fue suficiente para disminuir las emisiones de GEI de la Ciudad¹.

¹ La CDMX emitió 30.72 millones de toneladas de CO₂eq en el 2012. Como resultado de la instrumentación del Programa de Acción Climática (PACCM) 2008-2012, se mitigaron 6 millones de

Específicamente, se tienen como objetivos conocer la relación que existe entre ciudades y cambio climático; contextualizar el proceso de urbanización de CDMX dentro de las implicaciones del cambio climático; analizar la política de vivienda desde una perspectiva climática y del metabolismo urbano; y, examinar los flujos de materiales y energía de la unidad habitacional del caso de estudio, comparándola con viviendas que no fueron parte del programa.

Se parte de la hipótesis de que implementar políticas públicas de vivienda sustentable, que sólo se centren en el uso de ecotecnologías, no es suficiente para disminuir las emisiones de GEI de ese sector. Por tanto, es necesario hacer una planeación integral de la ciudad, que tenga una visión multiescalar y multitemporal, así como políticas públicas transversales que den cuenta del carácter multifactorial del problema.

La investigación se basa en la teoría de los sistemas complejos, el metabolismo urbano y la ecología política urbana. En este sentido, se considera a la ciudad como un sistema complejo, en el que existen elementos heterogéneos que intervienen en procesos, los cuales se interrelacionan e interaccionan². Este sistema complejo está compuesto por subsistemas como la energía, agua, vivienda, el transporte, residuos, entre otros, que a su vez tienen una dimensión ecológica, social, cultural, económica y política.

En el mismo sentido, se utiliza el enfoque de metabolismo urbano, es decir, el estudio de los flujos y stock de energía y materiales de entrada y de salida de una ciudad. Los flujos de entrada en los que se centran los análisis son: energía, alimentos y agua; y los flujos de salida: CO₂, residuos sólidos y aguas residuales. Este enfoque se complementa con el de la ecología política urbana, el cual da cuenta del papel que juegan las relaciones de poder en la distribución del espacio urbano; esto es quién gana y quién pierde (y en qué sentido), quién se beneficia y quién sufre de la apropiación de los flujos, así como de los de procesos que se desarrollan en la ciudad.

La metodología empleada en esta investigación es tanto cualitativa como cuantitativa, por un lado, se realiza una revisión documental de los informes, leyes, planes, programas sobre cambio climático y vivienda a escala internacional, nacional y local. Por otro lado, para construir el perfil metabólico de la vivienda del caso de estudio, en la primera parte se obtienen los datos de la cantidad de materiales utilizados la etapa de construcción (acero, concreto y aluminio); y, en la segunda parte, para conocer los patrones de consumo en la etapa de uso, se lleva a cabo una encuesta a partir de la aplicación de cuestionarios.

La investigación consta de una introducción, cuatro capítulos y una conclusión.

toneladas de CO₂eq. Dicha magnitud representa 80% del nivel de mitigación estimado por el GDF en el Informe Final 2012 (7.5 Mt de CO₂ eq) y 86% de la meta originalmente planteada en el PACCM (7 Mt de CO₂eq) (SEDEMA, 2014).

² Véase García, Rolando, 2006. Sistemas complejos, Gedisa Editorial.

El primer capítulo tiene como objetivo analizar la relación de interdependencia e indefinibilidad que existe entre las ciudades y el cambio climático. La primera sección se centra en una revisión teórica sobre el concepto de ciudad, en el que se señala que no hay consenso sobre este concepto, ya que dependiendo del contexto, el enfoque se centra en ciertos criterios. Sin embargo, desde la sociología, se pueden dividir estos criterios en dos grandes grupos: los que se centran en la concentración espacial de la población (dimensión y densidad) y los que se enfocan en la cultura urbana (valores, actitudes y comportamientos).

El análisis del concepto de ciudad, va seguido de una revisión de los procesos de urbanización y las tendencias de crecimiento. Es importante señalar el crecimiento diferenciado no sólo dentro de una ciudad (se focaliza en barrios más pobres localizados en la periferia), sino el crecimiento desigual entre los países desarrollados y en desarrollo. Así mismo, otra variable que se identifica es que la población urbana se distribuirá desigualmente entre los asentamientos de diferentes tamaños.

En la segunda sección del capítulo 1, se hace una revisión general de las causas e impactos del cambio climático, que de acuerdo al último informe del IPCC, se refiere al cambio en el estado del clima que puede ser identificado por cambios en su valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, y persiste por un periodo de tiempo largo, décadas o más. Los cambios ecológicos pueden ser observados en varios fenómenos meteorológicos y eventos extremos (precipitaciones, calentamiento de los océanos, crecimiento del nivel del mar, la pérdida de masa glaciaria, cambios en el ciclo del carbono y otros ciclos biogeoquímicos, cambio en la temperatura superficial global).

Asimismo, se establece que este cambio, observado desde la mitad del siglo XX, está relacionado con actividades antropogénicas. Se identifica que el cambio climático se debe a dos factores principales, la emisión de GEI debido a la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo que resulta en la pérdida de áreas verdes. La sociedad se verá afectada por los impactos (en la salud, producción de alimentos, acceso al agua); específicamente, algunos sectores serán más vulnerables, reproduciendo desigualdades previamente existentes de género, clase y edad.

El capítulo cierra con el tema de las ciudades frente al cambio climático, por un lado, se destaca tanto la contribución, como su capacidad de reducción de emisiones, debido al tipo de actividades que se realizan en las ciudades dominadas por el uso de combustibles fósiles (generación de electricidad, transporte, industria, uso de energía en edificios residenciales y comerciales). Desde el análisis del metabolismo urbano las ciudades contribuyen tanto directa como indirectamente al cambio climático, ya que al no producir lo que consumen (son parasitarias), las actividades como la agricultura y la ganadería que se realizan en zonas rurales, son parte de la contabilización de las emisiones de la ciudad. Si las mediciones se basan en la producción, a nivel global, las ciudades emiten entre el 40% y el 70% del total

de los GEI; si se basan en el consumo, aportan entre el 60% y 70%. Cabe mencionar que las emisiones de las ciudades dependen de su tamaño, localización, geografía, actividades.

Por otro lado, el cambio climático impactará a las áreas urbanas con el aumento del nivel del mar, las precipitaciones, inundaciones, deslaves (afectarán a asentamientos irregulares), sequías, impacto en infraestructura urbana, económica. Se señala la importancia de tres conceptos trascendentales para el análisis: impacto, riesgo y vulnerabilidad.

Una vez establecido el panorama general de la relación de las ciudades con el cambio climático, el segundo capítulo se enfoca específicamente en la relación que existe entre CDMX y el cambio climático. Ésta se manifiesta de tres maneras: 1) contribución de la Ciudad por medio de las emisiones de GEI, derivadas de los flujos metabólicos; 2) vulnerabilidad de la Ciudad ante los efectos del cambio climático; 3) implementación de políticas públicas y acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

En la primera sección se describen las características físicas del Valle de México (extensión, orografía, hidrografía, tipo de suelo, clima) las cuales varían a lo largo de la Ciudad. En esta misma sección se describen las características socio-históricas del crecimiento de CDMX desde principios del siglo XX, la cual se puede dividir en cuatro etapas: 1900-1930: crecimiento de la ciudad central; 1930-1950: expansión periférica; 1950-1980: dinámica metropolitana; y, 1980-actualidad: ciudad neoliberal. En la sección también se analizan las características económicas, territoriales, demográficas (superficie, población y densidad) de la Ciudad. Es de notar que estos aspectos de la ciudad determinan en gran medida tanto su contribución de las emisiones, como los impactos y la vulnerabilidad.

Esta sección finaliza con la revisión del inventario de emisiones de GEI (CO₂, CH₄, N₂O) y los sectores que lo componen: industrial, comercial-servicios, residencial y transportes. Para efectos de esta investigación, es importante señalar que el sector de la vivienda se encuentra en tercer lugar en el consumo de energía (representado por el consumo de gas LP, electricidad, gas natural). En este sentido, como se analizará a lo largo del trabajo, las medidas propuestas por las políticas públicas para la reducción de emisiones del sector vivienda, se enfocan principalmente en el cambio de tecnologías verdes para la reducción de emisiones directas. Sin embargo, desde el punto de vista metabólico, la ubicación de la vivienda juega un papel importante en la reducción del flujo de energía y materiales.

En la segunda sección de este capítulo se realiza una revisión de la literatura acerca del concepto de vulnerabilidad para el caso de CDMX. Se señala que existen dos aspectos de la vulnerabilidad de este asentamiento: biofísicos (lluvias, inundaciones, vientos de alta velocidad, granizadas, nevadas, heladas, olas de calor y sequías prolongadas) y sociales (los grupos que están expuestos al riesgo y tienen menor capacidad de resiliencia; además de acentuar la pobreza, la desigualdad y la marginación de los sectores). Cabe mencionar que para que los análisis de vulnerabilidad sean integrales, además de incluir la vulnerabilidad

biofísica y social, deben estar acompañados del análisis de exposición, gestión de riesgos y resiliencia.

El capítulo finaliza con la revisión de las políticas públicas de mitigación y adaptación de CDMX que se implementaron en el periodo 2007-2012: el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012, Plan Verde 2007, Agenda Ambiental de la Ciudad de México: Programa de Medio Ambiente 2007-2012, Estrategia de Acción Climática 2006 y Programa de Acción Climática 2008-2012.

El tercer capítulo se debe leer de manera articulada con el segundo capítulo, ya que se adentra en el estudio de la política pública de vivienda que cruza transversalmente con la política de sustentabilidad implementada en el periodo. Se analizan los marcos institucionales, jurídicos, programáticos y sistemas de certificación a escala nacional y local de CDMX.

La primera parte que se enfoca en la escala nacional, destacan instituciones como la Comisión Nacional de Vivienda, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores, la Sociedad Hipotecaria Federal, el Instituto de Vivienda. En el marco legal nacional presidido por el artículo 4º de la Constitución, la Ley de Vivienda, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley General de Asentamientos Humanos, las Normas Oficiales Mexicanas y el Código de Edificación de Vivienda. En cuanto al marco programático, el tema de vivienda sustentable se encuentra en el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Desarrollo Social, el Programa Nacional de Vivienda, el Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático, Hipoteca Verde, "Ésta es tu casa", Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS), Net Zero: Vivienda cero energía, MDL en Vivienda Sustentable y NAMAs para la eficiencia energética en el Sector Vivienda. Los sistemas de certificación a escala nacional durante el periodo eran Sello Vida Integral: Vida Sustentable INFONAVIT, Puntaje de ubicación y sustentabilidad de entorno, ROP 2012. Programa "Ésta es tu casa", CONAVI, Procesos de evaluación para DUIS y el Sello del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica.

La segunda sección del capítulo, se enfoca al caso específico de CDMX³. En ésta se presenta el marco institucional, que se encuentra representado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, la Secretaría de Medio Ambiente y el Instituto de Vivienda de CDMX. El marco jurídico va desde la Ley de Vivienda y la Ley de Desarrollo Urbano hasta la Ley Ambiental, la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable y su reglamento para CDMX; así como las normas ambientales locales. Los planes y programas que se aplicaron durante el periodo fueron Programa General de Desarrollo del D.F. 2007-2012, el Programa General de Desarrollo Urbano, el Plan verde y el Programa de

³ Cabe mencionar que el periodo en el que se enfoca esta investigación (2007-2012), el nombre de la entidad estudiada era Distrito Federal, por lo que en algunos casos mantienen esa denominación.

Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. En cuanto a los sistemas de certificación, destaca el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables.

El cuarto capítulo, analiza la vivienda sustentable edificada en CDMX desde el enfoque del metabolismo urbano y la ecología política urbana. Específicamente, una unidad habitacional ubicada en el pueblo de Santa Úrsula Coapa, Coyoacán, construida a partir del programa de Vivienda Sustentable del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México.

En la primera sección se desarrolla la parte teórica y metodológica del metabolismo urbano y la ecología política urbana. En la segunda parte se hace una revisión del metabolismo de la vivienda. En la última sección, se describe el proyecto de la unidad habitacional, el conflicto surgido en torno a la construcción de la unidad, y el perfil metabólico, enfocado en el análisis cualitativo y cuantitativo que tiene como objetivo comparar el consumo energético entre las viviendas del INVI y las viviendas de la zona de diferente nivel socioeconómico.

Finalmente, se concluye con la recapitulación de los principales planteamientos de cada capítulo. Asimismo, se señala la importancia de incorporar a la sociología urbana ambiental el uso de teorías como sistemas complejos, metabolismo urbano y ecología política urbana para tener un panorama general de los aspectos que influyen en el tema de ciudades y cambio climático; así como para poder contribuir en la formulación de políticas públicas y planeación integral de los asentamientos urbanos.

Capítulo 1

Ciudad y cambio climático



Altered Biogeochemical Cycles, Urban Ecology | Climate Change Series, Danielle Nelisse, 2013.

El presente capítulo tiene como objetivo analizar la relación existente entre las ciudades y el cambio climático. La primera parte se centra en la delimitación del concepto de ciudad y megaciudad, así como en los procesos de urbanización. La segunda parte, en las causas e impactos del cambio climático. Finalmente, se examina la relación de la ciudad con el cambio climático.

1.1 Consideraciones en torno al concepto de ciudad

Concepto de ciudad

Por lo general, en los estudios sobre cambio climático se discute poco acerca del concepto de ciudad⁴, pero existe una relación significativa entre estas dos categorías.

A nivel mundial, no existe un consenso sobre el concepto de ciudad⁵. Distintos países, gobiernos, organizaciones y científicos utilizan distintas perspectivas para referirse a las áreas urbanas. Esto se debe a que se utiliza el concepto con diferentes propósitos, los cuales se basan en criterios físicos, geográficos-espaciales, sociales, demográficos, culturales, comunicacionales, económicos y administrativos.

Desde la sociología, estos criterios pueden dividirse en dos grandes conjuntos de definiciones. Los que se refieren a la concentración espacial de la población a partir de unos determinados límites de dimensión y densidad; y la difusión del sistema de valores, actitudes y comportamientos que se resume bajo la denominación de “cultura urbana”⁶ (Castells, 1974: 15).

La primera perspectiva que se basa en la ocupación del espacio a partir de criterios demográficos, se caracteriza por tomar en cuenta el número de personas o la densidad poblacional. Sin embargo, esto lleva a cuestionarse ¿a qué nivel de densidad y de dimensión puede considerarse urbana una unidad espacial de población? ¿cuáles son, en la práctica, los fundamentos teóricos y empíricos de cada uno de los criterios? (Castells, 1974: 16).

⁴ Para términos de esta investigación, el concepto de ciudad, se referirá a la ciudad moderna, industrial, contemporánea. Este recorte analítico, no significa que se ignora la existencia del fenómeno urbano a lo largo de la historia, como las ciudades antiguas de Mesopotamia, Egipto, Fenicia, Creta, China; las ciudades griegas, romanas, medievales, o bien las precolombinas.

⁵ En este trabajo se utilizan indistintamente los términos ciudad y urbano. Sin embargo, hay autores que marcan diferencias conceptuales entre estos conceptos, tal es el caso de Frey y Zimmer (2001), quienes señalan que estos conceptos están interrelacionados, es decir, para definir a las ciudades, es necesario establecer qué se entiende por urbano.

⁶ Cabe señalar al hablar de cultura urbana, se refiere al sistema cultural característico de la sociedad industrial capitalista.

De acuerdo con Manuel Castells, estas preguntas muestran contradicciones al considerar únicamente las fuertes concentraciones y la densidad elevada (suponiendo que se toma en cuenta la estructura ocupacional y las delimitaciones administrativas), ya que los umbrales retenidos varían enormemente, los indicadores de las diversas actividades dependen de cada tipo de sociedad; además de que las mismas cantidades cobran un sentido totalmente diferente según las estructuras productivas y sociales que determinan la organización del espacio (Castells, 1974: 17). Por ejemplo, en “Estados Unidos, áreas de población de 2,500 o más se consideran urbanas; en Dinamarca una población de 250 o más es urbana, mientras que en India una población urbana tiene 5,000 o más personas” (Frey y Zimmer, 2001). En el caso de México, al igual que en Estados Unidos, se considera urbano aquel espacio donde viven más de 2,500 personas⁷. Es de notar que cuando Naciones Unidas realiza reportes sobre urbanización y ciudades, utiliza la información que cada país proporciona a partir de diferentes parámetros.

Castells señala que una forma de superar esta perspectiva es clasificar las unidades espaciales de un país según diversas dimensiones y distintos niveles y establecer entre ellas relaciones empíricas teóricamente significativas. Es decir, se podría distinguir la importancia cuantitativa de las aglomeraciones (10 000 habitantes, 20 000, 100 000, 1000 000), su jerarquía funcional (género de actividades, situación en la cadena de interdependencias), su importancia administrativa, para combinar a continuación varias de estas características que permitan distinguir tipos diferentes de ocupación del espacio (Castells, 1974: 17). Es importante esta consideración, sobre todo en los actuales procesos de urbanización que se desarrollan en el siguiente apartado.

El otro conjunto de acepciones, que abarca los criterios sociales, culturales, comunicacionales⁸ y económicos⁹ se resume bajo la denominación cultura urbana. Éste se identifica por la existencia y difusión de un particular sistema cultural, característico de la sociedad industrial capitalista. Se basa en un supuesto en el que existe una correspondencia entre un determinado tipo técnico de producción (definido esencialmente por la actividad industrial), un sistema de valores (el “modernismo”) y una forma particular de asentamiento espacial, la ciudad, cuyas características decisivas son: la dimensión y la densidad (Castells, 1974: 16).

⁷ Véase INEGI: http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P

⁸ La perspectiva comunicacional, toma en cuenta la teoría de Jüger Habermas, definiendo la ciudad a partir de dos características de la experiencia de habitar: “la densidad de interacción y la aceleración de los mensajes” (García Canclini, 2004). En este sentido se reconoce la ciudad, no sólo como un fenómeno físico, un modo de ocupar el espacio, de aglomerarse, sino también lugares donde ocurren fenómenos expresivos de lenguaje, como un lugar que forma imaginarios.

⁹ El enfoque económico se basa únicamente en criterios de estructura y flujos económicos, dígame el desarrollo industrial o de servicios. Los límites de este enfoque es que deja fuera aspectos sociales y culturales, no toma en cuenta la experiencia cotidiana de habitar ni las representaciones que hacen los habitantes de las ciudades.

Asimismo, dentro de este tipo de pensamiento, están las aproximaciones que construyen lo urbano en oposición de lo rural, es decir, como una dicotomía urbano-rural. Ésta ha sido desarrollada desde la primera mitad del siglo XX; toma en cuenta los diferentes tipos de actividades económicas que se llevan a cabo y el tipo de relaciones que se desarrollan en la sociedad (García Canclini, 2004).

Esta perspectiva fue criticada porque realiza una diferenciación descriptiva que no explica las diferencias estructurales, ni históricas; tampoco las coincidencias que a veces se dan entre lo que ocurre en el campo o en pequeñas poblaciones y lo que ocurre en las ciudades. Otra crítica que se le puede hacer a este enfoque es que la dicotomía entre la sociedad tradicional y la sociedad moderna es meramente ideológica. Así, Castells señala:

“Esta distinción se refiere a cierta heterogeneidad social y funcional, sin poderla definir más que por su alejamiento, mayor o menor, de la sociedad moderna. La distinción entre ciudad y campo plantea, sin embargo, el problema de la diferenciación de las formas espaciales de la organización social. Pero esta diferenciación no se reduce ni a una dicotomía ni a una evolución continua, como da por supuesto el evolucionismo natural, incapaz de comprender estas formas espaciales como productos de una estructura y procesos sociales. Por otra parte, la imposibilidad de encontrar un criterio empírico de definición de lo urbano no es más que la expresión de una vaguedad teórica. Esta imprecisión es ideológicamente necesaria para connotar, a través de una organización material, el mito de la modernidad” (Castells, 1974: 26).

Desde el metabolismo urbano, considerar esta dicotomía no permite examinar ciertos procesos, ya que muchas de las actividades que se realizan en las áreas rurales, sirven para mantener a las zonas urbanas. Esto se debe a que la mayoría de las ciudades son parasitarias, es decir, no producen energía y materiales, necesitan un flujo permanente de para poder sostenerse¹⁰, lo que convierte el límite entre lo urbano y lo rural difuso.

Para dejar atrás la distinción dicotómica urbano-rural, es importante ir más allá de considerarlos como términos de un paso continuo que van de un polo a otro, sino como un sistema de relaciones entre diferentes formas espaciales, es decir, como un proceso de producción social¹¹ (Castells, 1974: 17).

¹⁰ Aunque también, conforme se ha industrializado el campo, se ha señalado lo inverso, por ejemplo, para el caso de Estados Unidos.

¹¹ Al realizar un análisis de las relaciones históricas establecidas entre el espacio y la sociedad. Se puede definir a la ciudad como el lugar geográfico donde se instala la superestructura político-administrativa de una sociedad que ha llegado a un tal grado de desarrollo técnico y social (natural y cultural) que ha hecho posible la diferenciación del producto entre reproducción simple y ampliada de la fuerza de trabajo, y por tanto, originado un sistema de repartición que supone la existencia de: 1) un sistema de clases sociales; 2) un sistema político que asegure a la vez el funcionamiento del conjunto social y la dominación de una clase; 3) un sistema institucional de inversión, en

En este sentido, para los objetivos de este trabajo de investigación en particular, se considera a la ciudad como un sistema complejo, en el que existen elementos heterogéneos que intervienen en procesos, los cuales se interrelacionan e interaccionan¹². Este sistema complejo está compuesto por subsistemas como energía, agua, vivienda, transporte, residuos, entre otros; los cuales a su vez tienen una dimensión ecológica, social, cultural, económica y política. En el caso de esta investigación, ésta se centra principalmente en el subsistema de la vivienda, con todas sus dimensiones. Sin embargo, la crítica y el reto es que no se puede analizar únicamente a este subsistema, es necesario considerarlo como parte del todo.

Proceso de urbanización

Dar cuenta de las múltiples interrelaciones entre las variables que contribuyen a definir una ciudad, permite entender de forma integral las cuestiones, problemas y procesos de urbanización que probablemente aumenten ante el cambio ecológico y climático global.

Un proceso significativo es el crecimiento urbano, que se ha desarrollado sin precedentes en las últimas décadas, debido a la velocidad con la que la sociedad se ha urbanizado. Esto no sólo es en el nivel de urbanización mundial y el tamaño de la población urbana, sino también en cuanto al número de países que se han convertido en urbanos y al tamaño y número de las grandes ciudades. Es de notar que este crecimiento no es igual en toda la ciudad, se focaliza en los barrios más pobres (slums, shanty towns, favelas).

En 2011, la población mundial era de 7 mil millones de habitantes, de los cuales 3, 600 millones habitaban en zonas urbanas, esto significa que más de la mitad de la población vivía en asentamientos urbanos. Se espera que en 2050¹³, la población mundial aumente a 9, 300 millones y que la población urbana mundial gane 2, 600 millones (78%), es decir, será de 6, 300 millones¹⁴.

No obstante, se debe tomar en cuenta que no todas las regiones del mundo han alcanzado los mismos niveles de urbanización. Históricamente, el proceso de urbanización inició en regiones desarrolladas, que actualmente tienen altos niveles de urbanización. En 1950, el

particular en lo referente a la cultura y a la técnica; 4) un sistema de intercambio con el exterior (Castells, 1974: 19).

¹² Véase García, Rolando, 2006. Sistemas complejos, Gedisa Editorial.

¹³ La realización de estas proyecciones depende de la continua reducción de la fecundidad en las regiones en desarrollo. Si la fecundidad se mantiene constante, a los niveles actuales y el ritmo de urbanización sigue siendo el mismo que se proyecta en la Revisión 2011, la población urbana mundial podría incrementar a 7 400 millones para el 2050, en lugar de los 6 300 millones previstos si se asume que la fecundidad siga disminuyendo en todas las regiones en desarrollo (Naciones Unidas, 2009).

¹⁴ Para la mitad de siglo la población urbana mundial será del mismo tamaño que la población mundial total del 2002 (Naciones Unidas, 2012).

54% de la población de las regiones desarrolladas vivía en zonas urbanas, mientras que en las regiones en desarrollo sólo el 17% era parte de esta población. En 2011, la población urbana tanto de regiones desarrolladas como en desarrollo aumentó, 78% y 47%, respectivamente. De notar es que el crecimiento urbano que llevó un siglo en regiones desarrolladas, especialmente en Europa, las regiones en desarrollo lo experimentaron en treinta años (Frey and Zimmer, 2001).

Se proyecta que para 2050 la población urbana total represente el 67%. Los países desarrollados tendrán el 86% de la población urbanizada y los países en desarrollo el 64% (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje urbano y Tasa de urbanización por región 1950-2050.

Grupo de desarrollo	Porcentaje urbano					Tasa de urbanización (%)			
	1950	1970	2011	2030	2050	1950-1970	1970-2011	2011-2030	2030-2050
Total	29.4	36.6	52.1	59.9	67.2	1.09	0.86	0.74	0.57
Regiones más desarrolladas	54.5	66.6	77.7	82.1	85.9	1.01	0.38	0.29	0.23
Regiones menos desarrolladas	17.6	25.3	46.5	55.8	64.1	1.81	1.48	0.95	0.69

Fuente: Naciones Unidas (2012). *World Urbanization Prospects. The 2011 Revision*.

Las áreas urbanas del mundo absorberán la mayor parte del crecimiento poblacional que se espera en las siguientes cuatro décadas. Asimismo, se espera que este crecimiento se localice principalmente en regiones en desarrollo: “el crecimiento poblacional se está convirtiendo en gran medida en un fenómeno urbano concentrado principalmente en los países en desarrollo” (Satterthwaite, 2007)¹⁵. Se estima que la población urbana total de las regiones en desarrollo incremente de 2, 700 millones en 2011 a 5, 100 millones en 2050; por ejemplo, se espera que en Asia la población urbana incremente 1, 400 millones, en África 900 millones y en América Latina y el Caribe 200 millones (NACIONES UNIDAS, 2012).

Este crecimiento resulta un problema para una ciudad de un país en desarrollo, ya que la población urbana se concentra en un solo asentamiento, esto es, uno de tipo primario que atrae al grueso de los migrantes rurales. Esta situación suele tener varias consecuencias asociadas con la habilidad de una sola ciudad de absorber las masas de migrantes rurales. De esta manera, la ciudad se enfrenta a problemas como la pobreza urbana que incide en el crecimiento de asentamientos irregulares y marginales, ubicados en la periferia de la ciudad (lugar donde suele desarrollarse la mayor parte del crecimiento urbano).

¹⁵ Esto no significa que las regiones desarrolladas no tengan crecimiento poblacional urbano. Se espera que la urbanización continúe creciendo tanto en las regiones desarrolladas como en las menos desarrolladas.

En cuanto a la población rural, actualmente las dinámicas de crecimiento están dirigidas por las regiones menos desarrolladas, las cuales albergan casi el 92% de la población rural mundial. Esta población se ha duplicado desde 1950 y continuará creciendo hasta 2021 cuando llegue su punto de inflexión: “se espera que llegue a un máximo de 3 400 millones de habitantes en 2021, para pasar a 3 050 millones en 2050” (Naciones Unidas, 2012). Por otro lado, la población rural de las regiones más desarrolladas ha ido disminuyendo constantemente desde la segunda mitad del siglo XX y continuará decreciendo.

El modelo de desarrollo neoliberal, se puede identificar como una de las principales causas para la migración rural hacia las ciudades. En primer lugar, por la poca importancia que se le da al campo, reflejado en el retiro de subsidios, los precios de garantía y los controles de la importación y exportación de productos agrícolas y ganaderos. En segundo lugar, porque la inversión extranjera se enfoca en procesos de maquila y ensamblaje, lo que resulta en “oportunidades” de empleo en las áreas urbanas (donde ya se encuentran instaladas redes sociales que hacen más accesible las transiciones a la vida urbana). Ahora bien, los ritmos de crecimiento poblacional en general han ido disminuyendo. Entre 1950 y 2011, la población urbana mundial creció a una tasa promedio de 2.6% al año e incrementó casi cinco veces en el periodo, pasando de 750 millones a 3 600 millones (Naciones Unidas, 2012).

De acuerdo al Reporte de Naciones Unidas (2012), durante el periodo 2011-2030, se espera que la población urbana mundial crezca a una tasa promedio anual del 1.7% que, de mantenerse, podría duplicar la población en 41 años. Entre 2030-2050 la tasa de crecimiento disminuirá no más del 1.1% anual.

El crecimiento sostenido de la población urbana combinado con una pronunciada desaceleración de crecimiento de la población rural, resultará en una continua urbanización, es decir, en el aumento de la proporción de la población que vive en zonas urbanas respecto a las áreas urbanas. A escala mundial, se espera que el nivel de urbanización aumente de 52% en 2011 a 67% en 2050 (Naciones Unidas, 2012).

A escala regional, entre las áreas que se consideran desarrolladas, Australia, Nueva Zelanda y la región de América del Norte se caracterizaron por tener los niveles más altos de urbanización en 2011, sobrepasaron el 80%; se espera que para 2050, cerca del 90% de la población sea urbana. Una de las regiones menos urbanizadas dentro de este grupo es Europa, que había alcanzado el 73% de urbanización en 2011 y cuya expectativa de urbanización para 2050 es de 82%¹⁶ (Naciones Unidas, 2012).

¹⁶ Al analizar los porcentajes se debe tener cuidado con la población total y el porcentaje de urbanización. Por ejemplo, Europa tiene una población pequeña, pero con niveles de urbanización altos; no obstante África y Asia tienen poblaciones más grandes, pero con niveles de urbanización bajos.

Es de notar que, a pesar de los incrementos proyectados en los niveles de urbanización, en algunos países desarrollados, la población urbana decrecerá; esto se debe a la disminución de la población total de estos países¹⁷.

Por otro lado, entre las menos desarrolladas, la región de América Latina y el Caribe tiene niveles de urbanización excepcionales. En 2011, el 79% de la población se encontraba en asentamientos urbanos y se proyecta que en 2050 esta población alcance el 86.6%. En contraste, África y Asia continúan siendo principalmente rurales, sólo el 40 y 45% respectivamente son parte de la población urbana; en 2050, se espera que la población urbana de África represente el 57.7% y en Asia el 64.4% (Naciones Unidas, 2012)

En las siguientes décadas, se estima que el nivel de urbanización se incremente en las regiones en desarrollo con África y Asia urbanizándose a tasas más aceleradas que el resto. No obstante, a mitad de siglo, África y Asia tenderán los niveles más bajos de urbanización tanto de las regiones desarrolladas como las regiones en desarrollo (Naciones Unidas, 2012) (véase cuadro 2).

En el periodo 2011-2030, las zonas urbanas del mundo ganarán 1,400 millones de personas. Sin embargo, a escala local, los incrementos de la población urbana mundial se concentrarán en pocos países. Por ejemplo, China e India juntas representarán el 38% del incremento, 276 millones de China y 218 millones de India. Asimismo, nueve países representarán el 26% del incremento, con aumentos que van de 22 a 76 millones: Nigeria y El Congo en África, Bangladesh, Indonesia, Pakistán y Filipinas en Asia¹⁸, Brasil y México en América Latina y Estados Unidos (Naciones Unidas, 2012)

¹⁷ Entre 2030 y 2050, más países experimentarán reducciones en la población urbana. Los que tendrán mayores caídas serán Japón (-10 millones), Rusia (-2.4 millones), Corea (-1.7 millones) y Ucrania (-1.3 millones) (Naciones Unidas, 2012).

¹⁸ Los países que se encuentran en África y Asia, experimentarán altas tasas de crecimiento urbano, usualmente sobrepasando el 2% anual.

Cuadro 2. Población total, urbana y rural, tasa de crecimiento, porcentaje urbano y tasa de urbanización por región.

Región	Población (millones)					Tasa de cambio media anual (%)				Porcentaje urbano/ Porcentaje rural					Tasa de urbanización (%)			
	1950	1970	2011	2030	2050	1950-1970	1970-2011	2011-2030	2030-2050	1950	1970	2011	2030	2050	1950-1970	1970-2011	2011-2030	2030-2050
Población total	2,530	3,700	6,970	8,320	9,310	1.89	1.55	0.93	0.56									
África	230	368	1,046	1,562	2,192	2.35	2.55	2.11	1.69									
Asia	1,403	2,135	4,207	4,868	5,142	2.1	1.65	0.77	0.27									
Europa	547	656	739	741	719	0.91	0.29	0.01	-0.15									
América Latina y el Caribe	167	286	597	702	751	2.69	1.79	0.85	0.34									
Norteamérica	172	231	348	402	447	1.49	0.99	0.76	0.53									
Oceanía	13	20	37	47	55	2.16	1.57	1.25	0.8									
Población urbana	750	1,350	3,630	4,980	6,250	2.98	2.41	1.66	1.13	29.4	36.60	52.10	59.90	67.20	1.09	0.86	0.74	0.57
África	33	87	414	744	1,265	4.82	3.82	3.09	2.65	14.4	23.5	39.6	47.7	57.7	2.47	1.27	0.98	0.96
Asia	245	506	1,895	2,703	3,310	3.62	3.22	1.87	1.01	17.5	23.7	45	55.5	64.4	1.52	1.57	1.1	0.74
Europa	281	412	539	573	591	1.92	0.65	0.33	0.15	51.3	62.8	72.9	77.4	82.2	1.02	0.36	0.31	0.3
América Latina y el Caribe	69	163	472	585	650	4.29	2.59	1.13	0.53	41.4	57.1	79.1	83.4	86.6	1.61	0.8	0.28	0.19
Norteamérica	110	171	286	344	396	2.21	1.26	0.98	0.7	63.9	73.8	82.2	85.8	88.6	0.72	0.26	0.22	0.16
Oceanía	8	14	26	34	40	2.82	1.56	1.3	0.91	62.4	71.2	70.7	71.4	73	0.66	-0.02	0.05	0.12
Población rural	1,790	2,340	3,340	3,340	3,050	1.36	0.87	-0.01	-0.44									
África	197	282	632	818	927	1.79	1.97	1.35	0.63	85.7	76.6	60.4	52.4	42.3				
Asia	1,158	1,629	2,312	2,165	1,833	1.71	0.85	-0.35	-0.83	82.5	76.3	55.0	44.5	35.6				
Europa	267	244	200	168	128	-0.45	-0.48	-0.93	-1.34	48.8	37.2	27.1	22.7	17.8				
América Latina y el Caribe	98	123	124	116	100	1.13	0.03	-0.36	-0.73	58.7	43.0	20.8	16.5	13.3				
Norteamérica	62	61	62	57	51	-0.11	0.05	-0.4	-0.59	36.0	26.4	17.8	14.2	11.4				
Oceanía	5	6	11	13	15	0.82	1.62	1.12	0.5	38.5	30.0	29.7	27.7	27.3				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Naciones Unidas (2012). *World Urbanization Prospects. The 2011 Revision*

Los 3,600 millones de habitantes que representan a la población urbana se distribuyen desigualmente entre asentamientos de diferentes tamaños. Estos se suelen clasificar en: menos de 500 mil de habitantes, de 500 mil a 1 millón de habitantes, de 1 millón a 5 millones de habitantes, de 5 millones a 10 millones de habitantes, de 10 millones o más habitantes.

En general, al discutir el tema de urbanización, la mayor parte del análisis se centra en las megaciudades, principalmente por el tamaño de su población y su complejidad social, económica, política y geográfica. Sin embargo, este tipo de asentamientos, representa una pequeña (aunque creciente) parte de la población urbana mundial, sólo el 9.9% en 2011; se estima que esta cifra aumente en 2025 a 13.6% (Naciones Unidas, 2012).

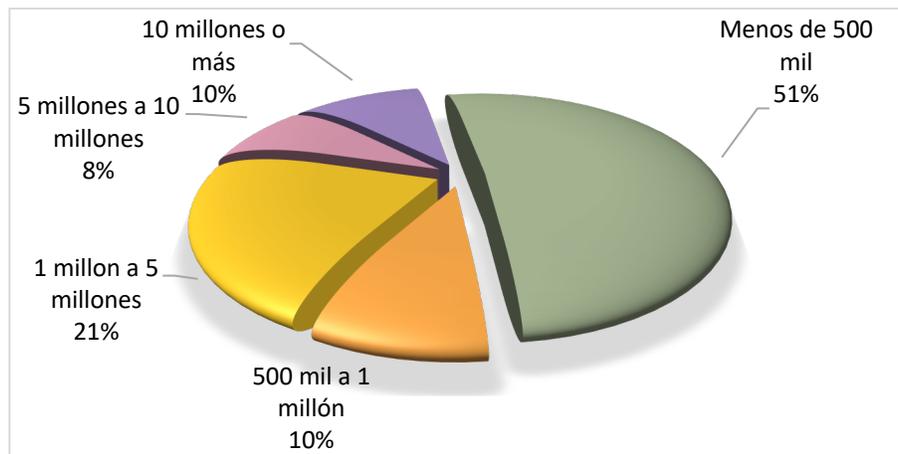
En contraste, más de la mitad de la población urbana vivía y seguirá viviendo en pequeños centros urbanos con menos de un millón de habitantes. En 2011, las ciudades con menos de 500 mil habitantes representaban cerca de la mitad de la población urbana mundial, 50.9%; esto es 1,850 millones de habitantes. Estas ciudades pequeñas representaban el 55% de la población urbana de las regiones más desarrolladas y el 50.2% de las regiones menos desarrolladas (Naciones Unidas, 2012). Esto significa que, si las ciudades pequeñas representan más de la mitad de la población urbana, los asentamientos urbanos pequeños de las regiones en desarrollo serán los que predominarán (véase cuadro 3). Esta situación se presenta como una oportunidad para replantear la forma en que se desarrollan las ciudades y realizar planeaciones integrales que tomen en cuenta los flujos metabólicos.

Cuadro 3. Distribución de población por tamaño de asentamiento urbano, 2011.

Tamaño del asentamiento urbano	Población Mundial (millones)	Población en regiones desarrolladas (millones)	Población en regiones menos desarrolladas (millones)
Menos de 500 mil	1,850	509	1,339
500 mil a 1 millón	365	87	278
1 millón a 5 millones	775	210	567
5 millones a 10 millones	283	54	229
10 millones o más	359	105	255
Total	3,632	965	2,668

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Naciones Unidas (2012). *World Urbanization Prospects. The 2011 Revision*.

Figura 1. Distribución por tamaño de asentamientos urbanos a escala mundial, 2011.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Naciones Unidas (2012). *World Urbanization Prospects. The 2011 Revision*.

Las ciudades con poblaciones que oscilaban entre 500 mil y 1 millón albergaban 365 millones de personas. En 2011, había 525 ciudades de este tamaño y se estima que en 2025 aumenten a 750; estas ciudades representaban el 10.1% de la población urbana mundial.

La suma de las ciudades de menos de medio millón y las de 500 mil y 1 millón de habitantes representaban el 61% de la población urbana. Esto significa que, en 2011, tres de cada cinco personas vivían en zonas urbanas de menos de un millón de habitantes. Se espera que esta proporción disminuya en el futuro, en 2025, una de cada dos vivirá en ciudades de este tamaño (Naciones Unidas, 2012).

En la siguiente categoría por tamaño aparecen las ciudades que tienen más de 1 millón de habitantes, pero menos de 5 millones; Con base en la Revisión de Naciones Unidas (2012) éstas son numerosas, había 394 en 2011 y se proyectan 573 en 2025. Esta categoría representaba el 21.3% de la población urbana mundial en 2011, albergando 775 millones de habitantes. En la siguiente década no tendrá un aumento considerable, se espera un 24.3%.

Las ciudades de 5 millones a 10 millones de habitantes eran las que tenían menor cantidad, 283 millones de habitantes; esto es 7.8% de la población urbana mundial. Para 2025, tampoco aumentarán significativamente y serán las que tengan menor proporción, 8.7%.

El extremo de la clasificación son los asentamientos de 10 millones o más habitantes, es decir, las megaciudades. Como se mencionó, estos asentamientos tienen un gran dinamismo y se encuentran en crecimiento, en las próximas décadas, serán los que tendrán un mayor incremento porcentual, pasarán de 9.9% en 2011 a 13.6% en 2025. Esto es de 359 millones a 630 millones de habitantes.

En relación al total de la población mundial, en 2011, las megaciudades representaron el 5.2%. Esto implicaba que una de cada veinte personas vivía en este tipo de asentamientos. Se proyecta que para 2025, el 8% de la población mundial viva en ciudades (Naciones Unidas, 2012).

En 1970, sólo había dos Tokio y Nueva York-Newark, la primera tenía 23.3 millones y la segunda, 16.2 millones. En 1990, había diez megaciudades, las primeras cinco eran: Tokio (32.5 millones), Nueva York (16.1 millones), CDMX (15.3 millones), Sao Paulo (14.8 millones) y Mumbai (12.4 millones) (Naciones Unidas, 2012).

En 2011, el número aumentó a 23, Asia tenía trece, América Latina cuatro y África, Europa y Norteamérica dos cada una. Las cinco que encabezaron la lista fueron: Tokio (37.2 millones), Delhi (22.7 millones), CDMX (20.4 millones), Nueva York (20.4 millones) y Shanghái (20.2 millones).

Se estima que para 2025 haya 37 megaciudades, Asia ganará nueve más, Latinoamérica dos más y África, Europa y Norteamérica una más cada una. Esto implica que la región que mayor número de megaciudades tendrá será Asia. Las primeras cinco megaciudades serán: Tokio (38.7 millones), Delhi (32.9 millones), Shanghái (28.4 millones), Mumbai (26.6 millones) y CDMX (24.6 millones)¹⁹.

Para el caso específico de América Latina, en 1990, tenía tres megaciudades: CDMX (15.3 millones de habitantes), Sao Paulo (14.8 millones de habitantes) y Buenos Aires (10.5 millones de habitantes). En 2011, la región ganó una megaciudad más, Río de Janeiro (12 millones de habitantes). Asimismo, las megaciudades latinoamericanas aumentaron su población, CDMX alcanzó 20.4 millones de habitantes, Sao Paulo 19.9 millones y Buenos Aires 13.5 millones.

Se proyecta que para 2025, Latinoamérica tenga dos megaciudades más, Lima (11.5 millones de habitantes) y Bogotá (11.4 millones de habitantes). En la siguiente década, CDMX tendrá 24.6 millones de habitantes, Sao Paulo 23.2 millones, Buenos Aires 15.5 millones y Río de Janeiro 13.6 millones (Naciones Unidas, 2012)²⁰.

Así como la distribución de la población urbana en los asentamientos es desigual, las tasas de crecimiento demográfico que experimentan las megaciudades también son diferentes.

¹⁹ Véase cuadro 3 del reporte de Naciones Unidas. (2012). *World urbanization prospects. The 2011 revision*. The Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations.

²⁰ La constitución de las megaciudades constituye el fenómeno de mayor relevancia para el siglo XXI. Y no es el tamaño lo que las caracteriza principalmente, son los nodos de la economía global y de las naciones más poderosas. En su territorio concentran las funciones superiores de dirección, producción y gestión del planeta: los centros del poder político, el control de los medios de comunicación, la capacidad simbólica de creación y difusión de los mensajes dominantes (Borja y Castells, 2006: 50).

En general, las megaciudades con menor tasa de crecimiento se ubican en países desarrollados como Japón, Rusia, Francia y Estados Unidos²¹; además de cuatro megaciudades Latinoamericanas. En el periodo 2011-2025, CDMX tendrá una tasa de cambio media anual de 1.32%, Sao Paulo 1.8%, Buenos Aires 0.98% y Río de Janeiro 0.93% (véase cuadro 4).

Cuadro 4. Población y Tasa de cambio media anual de megaciudades de América Latina.

Megaciudad	Población (millones)				Tasa de cambio media anual (%)		
	1970	1990	2011	2025	1970-1990	1990-2011	2011-2025
Cd. de México	8.8	15.3	20.4	24.6	2.79	1.38	1.32
São Paulo	7.6	14.8	19.9	23.2	3.31	1.42	1.08
Buenos Aires	8.1	10.5	13.5	15.5	1.3	1.2	0.98
Río de Janeiro	6.6	9.6	12	13.6	1.84	1.05	0.93

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision (2012)*.

Se estima que para el periodo 2011-2025, las megaciudades que tendrán las tasas de crecimiento más altas serán Lagos (3.71%) Dhaka (2.84%), Shenzhen (2.71%), Karachi (2.68%) y Delhi (2.67%). Cabe mencionar que las megaciudades que tendrán las mayores tasas de crecimiento son de países como India (Delhi, Calcuta y Bombay) y China (Shenzhen, Beijing, Guangzhou y Shanghai); al mismo tiempo que Estambul en Turquía y El Cairo en Egipto (Naciones Unidas, 2012).

Estas tendencias son consistentes con las diferencias globales en la fecundidad entre las poblaciones nacionales interesadas. Como se señaló anteriormente, el exceso de nacimientos sobre defunciones es un componente importante del crecimiento de la población en la mayoría de las zonas urbanas y las tasas proyectadas de crecimiento de la población en megaciudades refleja el gradiente de aumento natural de los países a los que pertenecen. El problema con el crecimiento urbano no es sólo el crecimiento natural causado por los nacimientos y las migraciones, también se debe a la reclasificación de los límites y la incorporación de nuevos espacios. A menudo, las megaciudades surgen debido a la fusión de varias ciudades o localidades urbanas que están funcionalmente vinculados y forman una aglomeración urbana²².

²¹ Las megaciudades que tendrán bajas tasas de crecimiento en el periodo 2011-2025 serán: de Japón, Tokio y Osaka-Kobe con el 0.27 y 0.33%, respectivamente; de Rusia, Moscú tendrá un crecimiento del 0.56%; de Francia, París crecerá al 0.97%; y de Estados Unidos, Nueva York-Newark y Los Ángeles-Long Beach-Santa Anna tendrán un 1.05 y 1.13%, respectivamente.

²² Por ejemplo, Tokio, es la aglomeración urbana más poblada. En 2011, su población era de 37.2 millones (tenía una población más grande que 196 países. Si fuera un país, estaría en el ranking de tamaño de población número 35, sobrepasando a Argelia, Canadá o Uganda). Para alcanzar ese gran número de habitantes, Tokio, la megaciudad, es de hecho una aglomeración urbana que comprende

Megaciudades contemporáneas

Las megaciudades contemporáneas, especialmente las latinoamericanas, están experimentando nuevas dinámicas. Éstas son caracterizadas por una nueva arquitectura y configuración espacial del desarrollo metropolitano policéntrico, en donde surge una mezcla de usos de suelo en una región expandida; así, la agricultura tradicional se puede encontrar a lado de nuevos proyectos de vivienda urbana, parques industriales, desarrollos corporativos, sitios de recreación y toda clase de desarrollo suburbanos: “[...] las megaciudades presentan una expansión más policéntrica, creando un patrón más asociado con redes y con límites y fronteras menos precisas, difícilmente definibles. Esto genera patrones de expansión con tendencias de dispersión urbana que incorpora progresivamente pequeños pueblos y periferias rurales dentro de un sistema metropolitano más amplio y complejo” (Aguilar, 2002).

La forma de crecimiento de las megaciudades se encuentra íntimamente relacionada al modelo de desarrollo que han adoptado los países latinoamericanos. A mediados del siglo XX, la mayor parte de los países tenían un modelo de desarrollo orientado a la industrialización por sustitución de importaciones. Este modelo permitió a las ciudades tener un alto grado de crecimiento e industrialización, con altas tasas de crecimiento económico. Cuando se dio fin a este modelo y se comenzaron a tomar medidas liberales de privatización y de atracción a la inversión extranjera, la ciudad central dejó de tener el crecimiento que había tenido antes y se comenzaron a formar nuevos núcleos tanto cerca, como lejos de la ciudad, permitiendo el crecimiento de ciudades intermedias. Esto significó el fin de las ciudades compactas y del modelo monocéntrico, para iniciar el surgimiento de espacios urbanos más dispersos y fragmentados. Cabe mencionar que el cambio en el modelo no significó que las ciudades centrales dejaran de representar un motor económico y un atractivo para las inversiones²³.

La nueva dinámica de las megaciudades se puede explicar a partir del concepto “centralidad metropolitana”, el cual se refiere a una nueva forma de concentración y desconcentración de la dinámica metropolitana. Por un lado, está el tradicional centro urbano y, por el otro, surgen nuevos complejos corporativos y subcentros urbanos que realizan funciones del viejo núcleo.

El tipo de urbanización que han tenido las megaciudades de países en desarrollo, sobre todo desde los ochentas, se ha caracterizado por estar ligada a una base regional con mayor alcance territorial, es decir, las ciudades centrales tienen mayor influencia hacia regiones más amplias.

87 ciudades circundantes, incluyendo, Yokohama, Kawasaki y Chiba (grandes ciudades en sí mismas).

²³ Véase Aguilar (2002). Las mega-ciudades y las periferias expandidas. Ampliando el concepto en Ciudad de México, Revista Eure (Vol. XXVIII, Nº 85), pp. 121-149, Santiago de Chile.

La urbanización de base regional se caracteriza por “la desconcentración de población y actividades productivas hacia ciudades secundarias localizadas en zonas periféricas, ocasionando una intensa circulación de mercancías y población entre el centro de la ciudad y su periferia. Estas circunstancias causan límites cada vez más difusos entre lo urbano y lo rural y una desconcentración manufacturera en dirección de áreas periféricas de la gran ciudad, hacia una franja metropolitana externa que rodea a las megaciudades” (Aguilar, 2002: 127)²⁴.

Es preciso notar que el tipo de urbanización de base regional se ve facilitado por factores como los avances en la tecnología y en la extensión de las carreteras que ha llevado al continuo esparcimiento residencial, lejos de la ciudad central. Como resultado, ciudades han experimentado su urbanización, lo que ha implicado el desarrollo de bajas densidades en las zonas periféricas de la ciudad.

Estas regiones urbanas también se han caracterizado por el flujo de personas, de bienes, de información, de materiales y de energía. Como ya se ha visto en el apartado anterior, algunos ejemplos de megaciudades latinoamericanas de base regional son el Gran Río de la Plata-Región Metropolitana de Buenos Aires en Argentina y en México, con cerca de 30 millones de personas, incluye el Área Metropolitana de CDMX, Puebla, Cuernavaca, Toluca, Pachuca y 173 municipios más de cinco estados.

No se debe dejar de prestar atención a las periferias porque es donde se registran las mayores tasas de crecimiento, por ejemplo, en CDMX, 27 municipios de la periferia son los que tienen mayores tasas de crecimiento desde hace veinte años, mientras que la densidad en el centro histórico tiende a disminuir (García Canlini, 2004).

De notar es que esta forma de crecimiento de la periferia de las ciudades es un desafío para el manejo del suelo urbano, ya que las regiones atraviesan límites políticos-administrativos, donde cada localidad tiene la jurisdicción del manejo del suelo urbano y, en consecuencia, es difícil coordinar una planeación integral.

De acuerdo con Aguilar, los ritmos de crecimiento de la periferia se pueden ejemplificar a partir de dos modelos.

El primero es un modelo temporal de cuatro fases que muestran la redistribución del crecimiento urbano hacia la periferia. La primera se caracteriza por altos crecimientos demográficos y económicos en la ciudad central, es decir, tienen un patrón monocéntrico. En la segunda etapa comienza un proceso de suburbanización por lo que el crecimiento demográfico disminuye y la población comienza a desplazarse a la periferia, la cual

²⁴ Las formas territoriales emergentes de urbanización de base regional se han identificado para las grandes metrópolis latinoamericanas con términos como concentración expandida, metropolización expandida, metrópoli región (Buenos Aires y Santiago); desarrollo poligonal, campo de aglomeración, urbanización extendida (Sao Paulo y Rio de Janeiro); y megaurbanización con estructura policéntrica para Ciudad de México (Aguilar, 2002).

comienza a tener alto crecimiento. En la tercera fase, el centro urbano registra un crecimiento negativo debido a la salida de la población, mientras que la periferia interna muestra un crecimiento promedio. En esta fase ya se puede identificar una periferia externa con un crecimiento acelerado. La cuarta fase, los crecimientos negativos persisten en las áreas centrales y los más altos incrementos suceden en zonas periféricas, la expansión urbana forma polos de crecimiento, definiendo de esta manera un patrón policéntrico. Esta es la forma en que muchas megaciudades latinoamericanas se han desarrollado (Aguilar 2002).

Esta forma de crecimiento permite centrar la atención a ciertas áreas de las megaciudades, las periferias, ya que serán las que experimentarán mayor crecimiento, además de que, en general, estas áreas se caracterizan por tener asentamientos irregulares por lo que se postulan como zonas altamente vulnerables, situación que acrecienta ante un contexto de cambio climático.

Un segundo esquema permite identificar los componentes geográficos básicos de una urbanización territorialmente expandida. El primero es la ciudad central, que generalmente se corresponde a los límites de la ciudad histórica (la que existía antes de la fase de expansión del modelo de la ISI). El segundo elemento son los anillos urbanos construidos, que generalmente se pueden dividir en intermedio (interior) y suburbano (exterior), que surgió durante la acelerada fase de la expansión del ISI. El tercer elemento es la zona metropolitana, que además del área construida, abarca una franja rural-urbana funcionalmente vinculada a la ciudad central (ésta ha sido delimitada según cada país por criterios particulares como flujos de población, uso del suelo o vínculos económicos).

El cuarto es la periferia expandida, que se extiende más allá de la frontera metropolitana forma y que aún se encuentra bajo influencia directa de la ciudad central; su límite se puede definir por movimientos diarios de carácter laboral de la población.

Este esquema destaca la presencia de otras ciudades más pequeñas en la región de influencia de la gran ciudad, en dirección de las cuales se puede apreciar el desarrollo de corredores y subcentros urbanos (Aguilar, 2002).

Tal periferia metropolitana, que entendemos como una especie de aureola o halo rural-urbano que se extiende más allá de lo que se denomina el límite o frontera metropolitana establecida, se trata de territorios que presentan algunas de las características metropolitanas, o presentan varias de ellas, pero no con la misma intensidad (Aguilar 2002).

Las áreas metropolitanas expandidas son una especie de región colindante o adyacente sobre y dentro de la cual la megaciudad impacta e interactúa; esto es, existe una clara difusión en los espacios de población y modos de vida urbanos en zonas con un paisaje predominantemente rural.

De acuerdo con Aguilar (2002), existen tres rasgos distintivos de las áreas metropolitanas expandidas que consolidan la estructura policéntrica de las megaciudades, sobre todo para América Latina. El primero se refiere a las periferias metropolitanas, las cuales son resultado de una ampliación de la influencia urbana de la gran ciudad, más allá de la frontera metropolitana, integrando áreas rurales adyacentes; las pequeñas ciudades y pueblos distantes, se ven integrados por la influencia cotidiana del complejo metropolitano. Se puede apreciar una creciente influencia funcional de la ciudad principal sobre municipalidades remotas, la cual se ejerce sobre todo a través de importantes transformaciones socioeconómicas y del uso del suelo de la periferia regional. Gran parte del crecimiento de estas municipalidades se deriva de flujos centrífugos del núcleo metropolitano, así como de una moderada migración directa de esas áreas que se origina en otras zonas periféricas.

Los corredores urbanos son otro rasgo de las áreas metropolitanas expandidas, estos constituyen desarrollos lineales que pueden concentrar varias actividades, generalmente predominan usos como desarrollos corporativos, parques industriales, infraestructura deportiva, áreas residenciales de clase media y urbanización popular. La densidad varía de áreas compactas a densidades urbanas bajas con paisajes rurales intermedios. Estos ejes son los que en gran medida les dan una fisonomía metropolitana a todas las ocupaciones urbanas discontinuas. Asimismo, son muy importantes para el movimiento de personas y mercancías, y señalan las tendencias de las futuras expansiones de la gran ciudad²⁵.

El último rasgo distintivo son los subcentros urbanos localizados en la periferia de la megaciudad, estos pueden ser planeados o no planeados. Pueden ser pueblos tradicionales (alguna vez dominados por actividades primarias y que gradualmente han entrado a un proceso de consolidación con funciones cada vez más urbanas). También puede haber nuevos desarrollos residenciales, en muchos casos de bajos ingresos, orientados a poblaciones urbanas de rápido crecimiento, que tienden a incorporarse al complejo metropolitano por primera vez.

Según su etapa de desarrollo, cada subcentro desarrolla su respectiva periferia, la cual tiende a fusionarse con otras áreas construidas cercanas, dando lugar a ocupaciones urbanas más extendidas.

Todos estos subcentros constituyen la estructura básica del policentrismo en la periferia metropolitana, y desempeñan varias funciones importantes como núcleos "urbanos" emergentes: abastecen de mano de obra barata, proveen de un amplio rango de servicios, y en varios grados, sirven de ciudades dormitorio o satélites a la gran ciudad y su economía metropolitana.

²⁵ Un ejemplo de corredor urbano es el que une a Boston, Nueva York, Filadelfia, Baltimore y Washington DC, al cual se le denomina Boswash. Este es un concepto funcional, más que físico o administrativo (Blanco, *et. al.*, 2011).

Algunos de estos subcentros son predominantemente de clase trabajadora, representando concentraciones de mano de obra barata, usualmente con mala calidad de la vivienda, deficiente dotación de servicios y bajos niveles de consumo. En esencia, los núcleos de reproducción social de la fuerza de trabajo se están desplazando hacia la periferia, y ya no sólo existen en los suburbios de bajos ingresos de años anteriores. De manera similar a la clase trabajadora de la fase del ISI, la población actual, sus localidades y sus municipios casi metropolitanos, están indirectamente vinculados a la globalización económica; sin embargo, parecen recibir muy pocos beneficios de ello.

Estos subcentros constituyen pequeñas localidades, que por ejemplo en el caso de Buenos Aires tienen de 30 mil a 100 mil habitantes, y se localizan en la orilla de la frontera metropolitana, a una distancia de entre 50 a 70 kilómetros del núcleo urbano (Aguilar, 2002).

Se puede decir que tanto el concepto de ciudad como el de megaciudad no son fáciles de definir porque la realidad que intentan abstraer es compleja, involucran una serie de factores interrelacionados diferentes en el tiempo y en el espacio.

1.2 Cambio climático

Para comprender el fenómeno del cambio climático global, primero es importante entender qué es el clima.

Existe una diferencia entre clima y estado del tiempo. “El clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción e intercambio de energía entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y la vida en el planeta (plantas y animales en los bosques y selvas, en océanos y en la atmósfera)” (Conde, 2010:11). El clima se determina a partir de las observaciones y mediciones por varios años (30 años) de condiciones de temperatura, lluvia, humedad y viento, además de observar las condiciones de nubosidad, trayectoria de huracanes, masas de aire frío. En cuanto al estado del tiempo, éste se refiere a las condiciones meteorológicas en un momento dado, hay variaciones en las condiciones de nuestro planeta, por lo que diario se presentan variaciones en las condiciones de temperatura y lluvia planetaria. Se observa en lapsos de días en cada localidad, región, o país (Conde, 2010:13).

La fuente de energía más importante para que funcione el sistema climático es el Sol. De esta manera, factores como los movimientos de rotación y traslación, la distancia entre la Tierra y el Sol, la intensidad de energía proveniente de éste, la energía entrante y saliente de la Tierra²⁶, la órbita y la inclinación de la Tierra (por ejemplo, las glaciaciones producto

²⁶ De la radiación emitida por el Sol, la superficie terrestre absorbe alrededor del 50%, lo que permite calentar el planeta, a partir del efecto invernadero. La otra mitad se refleja al espacio como radiación infrarroja.

del cambio en la forma de la órbita e inclinación de la Tierra) y los cambios en la energía entre los océanos, el suelo, la atmósfera, el hielo y los organismos vivos, alteran las condiciones climáticas de todo el planeta. Esto es el cambio climático global.

Otros factores que influyen el clima en la Tierra son la estructura y dinámica del ciclo del carbono y los cambios en la energía entre los océanos, el suelo, la atmósfera, el hielo y los organismos vivos (UN-HABITAT, 2011:4).

La atmósfera de la Tierra ha cambiado gradualmente, lo que ha permitido la vida en el planeta. En la atmósfera ocurre un proceso llamado efecto invernadero, resultante de la interacción de la energía del Sol con algunos gases de la atmósfera. El efecto invernadero es un fenómeno natural que se da también en planetas como Venus y Marte. Este efecto permitió que la Tierra adquiriera una temperatura ideal para la proliferación de la vida, provee de protección de la pérdida de calor. Si no hubiera efecto invernadero, la Tierra tendría una temperatura de -18°C ; este fenómeno permite una temperatura promedio de 15°C .

La atmósfera de la Tierra está compuesta principalmente por nitrógeno y oxígeno. Además, contiene pequeñas cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) (vapor de agua, bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxidos de nitrógeno (N_2O), entre otros).

En el planeta, el CO_2 se encuentra en cantidades mínimas. Además de que hay una gran cantidad de oxígeno en la atmósfera, producto directo de la actividad de algas y plantas (Conde, 2010: 20).

Por otro lado, el ciclo del carbono también funciona para que no se pierda calor en la tierra, sin embargo, las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la contaminación industrial a larga escala, la deforestación y el cambio de uso de suelo, entre otras, ha llevado a la acumulación de GEI en la atmósfera, lo que ha resultado en una reducción de la capacidad de los océanos y la vegetación de absorber los GEI. Este ataque al ciclo natural del carbono, ha reducido la capacidad de la Tierra de restaurar el balance en el ciclo que ahora está resultando directamente en el actual cambio global de temperatura (UN-HABITAT, 2011:4).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el cambio climático se refiere al cambio en el estado del clima que puede ser identificado por cambios en su valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, y persiste por un periodo de tiempo largo, décadas o más. Asimismo, se refiere a cualquier cambio en el clima en el tiempo, ya sea por variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (IPCC-Synthesis Report, 2007:30).

El cambio climático global relacionado con actividades antropogénicas se puede observar a partir de la Revolución Industrial (1850). Los cambios en el sistema de producción

implicaron la quema indiscriminada de combustibles fósiles (petróleo, gas y sus derivados) y, por tanto, la producción de gases que cambian la composición de la atmósfera.

Por esta razón, para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) el cambio climático tiene que ver con el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial; además de sumarse a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables (IPCC-Synthesis Report, 2007:30).

De acuerdo con el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, es extremadamente probable que la influencia humana sea la causa dominante del calentamiento observado desde la mitad del siglo XX. Esto es evidente²⁷ a partir del incremento en la concentración de GEI en la atmósfera, el forzamiento radiativo positivo, el calentamiento observado, la retroalimentación climática y el almacenamiento de la energía en el sistema climático. Esta influencia ha sido detectada en el calentamiento de la atmósfera y del océano, en los cambios en el ciclo del agua, en las reducciones de hielo y nieve, en el aumento del nivel del mar, y en los cambios en algunos de los eventos extremos. (IPCC-SPM, 2013: 12).

Más de la mitad del incremento observado en el promedio global de la temperatura de la superficie de 1951 a 2010, es extremadamente probable que haya sido causado por el incremento de la concentración de GEI, además de otros forzamientos antropogénicos. (IPCC-SPM, 2013: 12).

Es probable que la contribución de los gases al promedio global de calentamiento se encuentre en el rango de 0.5°C a 1.3°C en el periodo 1951-2010. Junto con la contribución de otros forzamientos antropogénicos, incluidos el efecto de enfriamiento de los aerosoles, es probable que esté en un rango de -0.6°C a 0.1°C. La contribución del forzamiento natural es probable que esté en el rango de -1°C a 0.1°C. Es probable que la variabilidad esté en el rango de -0.1°C a 0.1°C. Las contribuciones evaluadas juntas son consistentes con el calentamiento observado de aproximadamente 0.6°C a 0.7°C en este periodo.

Existe mucha confianza en que los cambios en la radiación solar total no hayan contribuido al incremento de la temperatura promedio de la superficie en el periodo 1986-2008, basado en mediciones satelitales directas de la radiación solar total. Existe confianza media de que la variabilidad del ciclo solar influya en las fluctuaciones climáticas de décadas en algunas regiones. No se han identificado asociaciones entre los cambios en los rayos cósmicos y la nubosidad.

Lo que es particularmente llamativo del cambio en el clima es la velocidad y la intensidad con la que las emisiones de GEI han propiciado el incremento en las concentraciones de CO₂ y otros GEI durante la era industrial: el incremento de cerca de 100 ppm desde el comienzo

²⁷ Ha aumentado la evidencia desde el AR4.

de la industrialización ha llevado a una alteración dramática en el ciclo del carbono y el sistema climático.

El análisis de este periodo revela que las acciones humanas han generado presión sobre el sistema climático a un punto de inflexión donde los cambios en el comportamiento y sistemas humanos no serán capaces de mitigar los efectos del cambio climático.

Aunado a la liberación de gases, el aumento en el consumo de energía y materiales, es decir, el aumento del metabolismo social, ha implicado mayor extracción de recursos naturales, que se ve reflejado en la pérdida de bosques, vegetación y biodiversidad.

De esta manera, se puede afirmar que el cambio climático se debe a dos factores principales, la emisión de GEI debido a la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo que resulta en la pérdida de áreas verdes.

Al igual que en el AR4 (Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, 2007), en el AR5 (Quinto Informe de Evaluación del IPCC, 2013), se señala que el cambio climático es inequívoco, y que, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes durante las últimas décadas a milenios. Se observa el calentamiento de la atmósfera y del océano, la disminución en la cantidad de hielo y nieve, el aumento del nivel del mar y el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2007: 30; IPCC-SPM, 2013:3).

Causas del cambio climático

Como ya se ha mencionado, el cambio climático es originado tanto por factores naturales como por factores antropogénicos (cambios en la radiación solar, en las concentraciones de los GEI y aerosoles en la atmósfera y en la cubierta terrestre) debido a que alteran el balance energético de la Tierra.

Una manera de cuantificar los cambios en los flujos de energía causados por un impulsor externo²⁸ del sistema climático es a partir del forzamiento radiativo, los cuales pueden ser positivos o negativos. Actualmente, el forzamiento radiativo total es positivo²⁹ y ha dado lugar a la absorción de la energía por el sistema climático. La mayor contribución al forzamiento radiativo total es causada por el incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera desde 1750 (IPCC-SPM, 2013: 9)

²⁸El forzamiento externo se refiere a un agente de forzamiento ajeno al sistema climático que induce un cambio en este. Son forzamientos externos las erupciones volcánicas, las variaciones solares, los cambios antropógenos de la composición de la atmósfera y los cambios de uso de la tierra. (IPCC-Synthesis Report, 2007: 81). Estos afectan la absorción, la dispersión y la emisión de radiación en la atmósfera y en la superficie de la Tierra.

²⁹ Cuando los forzamientos radiativos son positivos tienden a calentar la superficie de la Tierra; cuando son negativos se produce un enfriamiento.

El forzamiento radiativo del sistema climático está dominado por los GEI de larga permanencia. Los cuatro gases de efecto invernadero más importantes producidos por las actividades humanas son el bióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los halocarbonos (hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos) y otros gases fluorados.

Es importante mencionar que no todos los gases tienen los mismos impactos sobre el cambio climático. Los gases pueden ser diferenciados a partir del potencial de calentamiento mundial (PCM)³⁰, el cual toma en cuenta la cantidad de radiación absorbida por los gases (efectividad relativa para causar efecto invernadero) y el tiempo que permanecen en la atmósfera.

El dióxido de carbono (CO_2) es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante. La principal fuente de emisión de CO_2 es la quema de combustibles fósiles, responsable de más del 75% del incremento de CO_2 en la atmósfera desde la época preindustrial (UN-HABITAT, 2011: 7). En 2011, la concentración atmosférica de este gas era de 391 ppm; un incremento respecto a los valores de 2005: 375 ppm y de la época preindustrial: 280 ppm. Su tiempo de vida en la atmósfera es de 50 a 200 años (IPCC-SPM, 2013: 7, IPCC, 2007: 37).

Las emisiones de CO_2 han causado un forzamiento radiativo positivo. Al incluir las emisiones de otros gases que contienen carbono, que también contribuyen al aumento de las concentraciones de CO_2 , el forzamiento radiativo aumenta (IPCC-SPM, 2013: 9).

Es de notar que la energía de los combustibles fósiles es usada en el transporte, en el calentamiento y enfriamiento de los edificios y en la manufactura de cemento, actividades que forman parte del metabolismo de una ciudad.

Un factor que mantiene el equilibrio en el ciclo de carbono son las áreas verdes, ya que funcionan como sumideros al absorber el CO_2 en el proceso de fotosíntesis. Por esta razón, la deforestación y el cambio en el uso de suelo juegan un papel importante.

El metano (CH_4) es emitido de forma natural principalmente por los pantanos, aunque también contribuyen a la emisión los océanos y la actividad de las termitas. La emisión antropogénica de este gas a la atmósfera se realiza a partir de la descomposición anaerobia de la materia orgánica en los sistemas biológicos. Las actividades relacionadas con la emisión de metano son la producción y distribución de petróleo y gas natural, liberado como subproducto en la extracción de carbón y en la combustión incompleta de los combustibles fósiles, en la descomposición de residuos en los rellenos sanitarios, en la cría

³⁰ Índice basado en las propiedades radiativas de una mezcla homogénea de gases de efecto invernadero, que mide el forzamiento radiativo producido por una unidad de masa de un gas de efecto invernadero homogéneamente mezclado en la atmósfera actual, integrado a lo largo de determinado horizonte temporal, respecto del forzamiento por CO_2 . (IPCC- Synthesis Report, 2007: 81). El concepto de PCM tiene defectos muy bien documentados, sobre todo al usarlo para evaluar el impacto de especies de corta vida.

de ganado vacuno y bovino (por la fermentación entérica en los animales y la descomposición de los desechos de estos), en los procesos agrícolas como el cultivo de arroz y en la quema de biomasa.

Durante 2011, se emitió 150% más que los niveles preindustriales, de 715 a 1 803 ppm; también muestra un incremento respecto al valor de 2005, cuando era 1774 ppm (IPCC-SPM, 2013: 7, IPCC, 2007: 37). El forzamiento radiativo del metano en el 2011, respecto a 1750 fue de 0.97 [entre 0.74 y 1.20] $W m^{-2}$ (IPCC-SPM, 2013: 9).

A pesar de la aparente baja concentración de metano, éste es un poderoso gas de efecto invernadero que tiene un significativo impacto en el cambio climático. Su tiempo de vida es relativamente corto, 12 años. En un periodo de 100 años, tiene 25 veces el potencial de calentamiento mundial del CO_2 ; sin embargo, en el corto tiempo es mucho más fuerte, tiene 72 veces el potencial de calentamiento mundial del CO_2 en un periodo de 20 años.

El óxido nitroso (N_2O) es emitido por procesos naturales en los suelos y los océanos. Las actividades humanas que lo emiten son el uso de fertilizantes sintéticos y abonos y la quema de combustibles fósiles, especialmente en vehículos, la producción de ácido nítrico, el tratamiento de aguas residuales y el quemado de biomasa. Cerca del 40% es emitido por las actividades humanas.

En 2011, los niveles atmosféricos del N_2O eran de 324 ppm; se muestra un incremento del 20% respecto a la era preindustrial, cuando el valor era de 270 ppm y en 2005, 319 ppm (IPCC-SPM, 2013: 7, IPCC, 2007: 37). El gas tiene un tiempo de vida en la atmósfera de 114 años y en un periodo de 100 años un potencial de calentamiento mundial 298 veces mayor que el CO_2 .

Los halocarbonos, incluidos los clorofluorocarbonos (CFCs) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), son gases producidos únicamente por actividades humanas. Los CFCs eran usados como refrigerantes, antes de que se descubriera que destruyen la capa de ozono³¹. Las emisiones de halocarbonos que agotan el ozono estratosférico han provocado un forzamiento radiativo positivo neto de 0.18 [entre 0.01 y 0.35] Wm^{-2} (IPCC-SPM, 2013: 9).

No obstante, las concentraciones de otros gases fluorados como los hidrofluorocarbonos (utilizados en la refrigeración, por ejemplo, en los aires acondicionados), los perfluorocarbonos (emitidos durante la producción de aluminio y en la industria electrónica) y el sulfuro hexafluorido (utilizado también en la industria electrónica) han tenido un incremento acelerado. Aunque ahora estos gases se encuentran en mucha menor concentración que el CO_2 , el metano y el óxido nitroso, algunos tienen tiempos de vida extremadamente largos (270 años), además de un alto potencial de calentamiento mundial, en 100 años 14,800 veces mayor que el CO_2 .

³¹ Desde el Protocolo de Montreal (1987) los países han tomado medidas para reducir la cantidad de CFC y, por tanto, su contribución al calentamiento global.

Dentro de la atmósfera, la radiación solar de entrada y la radiación infrarroja de salida son afectadas por algunos gases y aerosoles.

El impacto que tiene un forzamiento radiativo sostenido sobre el sistema climático a escalas temporales que abarcan varios siglos se cuantifica a través del indicador de sensibilidad climática, el cual se define como “el promedio mundial de calentamiento superficial en condiciones de equilibrio resultado de una duplicación de la concentración de CO₂. El forzamiento radiativo que se ha generado debido a las actividades humanas se encuentra en un rango de 1.5 °C a 4.5 °C (nivel de confianza alto)³², sumamente improbable por debajo de 1 °C (nivel de confianza alto), y muy improbable por encima de 6 °C (nivel de confianza medio) (IPCC-SPM, 2013: 11). Es importante señalar que no se deben excluir valores muy superiores a los 4.5 °C por la posibilidad de que distintos procesos de retroalimentación³³ aumenten el impacto de cierto forzamiento radiativo.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

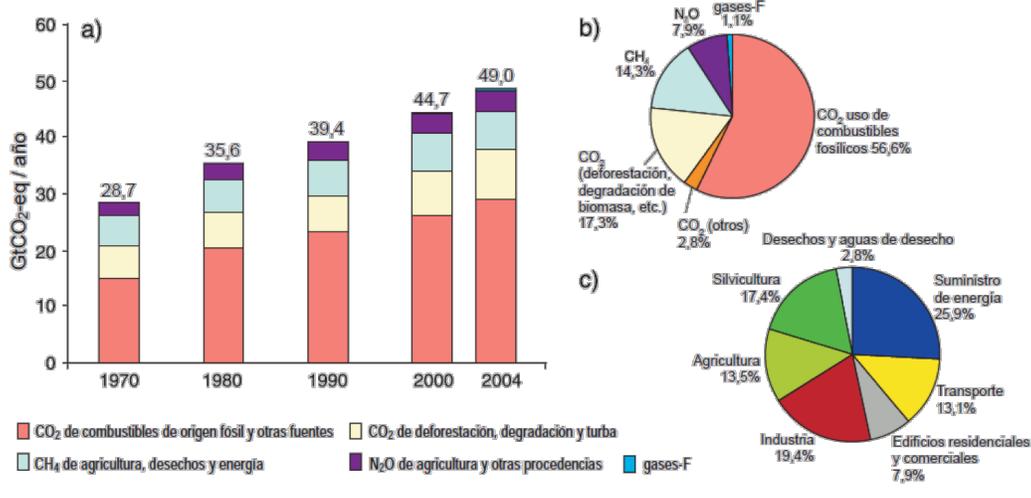
Como se ha visto, las emisiones de GEI de origen antropogénico se deben a diversas actividades. En la figura 2, se muestran (a) las emisiones antropogénicas de GEI para el periodo 1970-2004; (b) el porcentaje que representó cada gas respecto a las emisiones totales de 2004 y (c) el porcentaje con el que cada sector contribuyó en el 2004. A pesar de que se comenzaron a tomar medidas para disminuir la concentración de GEI en la atmósfera, durante el decenio 1995-2004, la tasa de crecimiento de las emisiones de CO₂eq³⁴ fue mucho mayor (0.92 GtCO₂eq anuales) que durante el período anterior de 1970-1994 (0.43 GtCO₂eq anuales) (IPCC, Synthesis Report, 2007:36). En la figura 3, se observa la misma tendencia de crecimiento de emisiones.

³² El límite inferior de temperatura del rango probable resultante de la evaluación es, por lo tanto, inferior a los 2 °C señalado en el Cuarto Informe de Evaluación, pero el límite superior es el mismo.

³³ Los procesos de retroalimentación son factibles debido a los retroefectos climáticos, que se definen como “mecanismo de interacción entre procesos del sistema climático en virtud del cual el resultado de un proceso inicial desencadena cambios en un segundo proceso que, a su vez, influye en el proceso inicial. Un retroefecto positivo intensifica el proceso original, mientras que un retroefecto negativo lo reduce” (IPCC-Synthesis Report, 2007:78)³³. Un ejemplo de retroefecto positivo es el vapor de agua; un negativo es la radiación de un cuerpo negro.

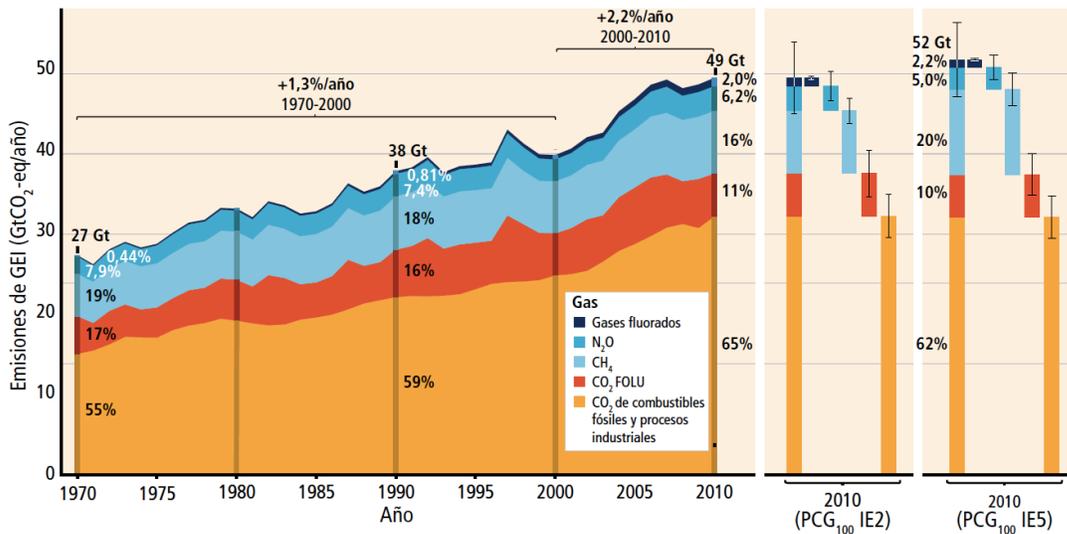
³⁴ Los GEI difieren en la influencia térmica positiva (forzamiento radiativo) que ejercen sobre el sistema climático mundial, debido a sus diferentes propiedades radiativas y períodos de permanencia en la atmósfera. Una emisión de CO₂-equivalente es la cantidad de emisión de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, el mismo forzamiento radiativo integrado a lo largo del tiempo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. Las emisiones de CO₂-equivalente constituyen un valor de referencia y una métrica útil para comparar emisiones de GEI diferentes, pero no implican respuestas idénticas al cambio climático (IPCC, Synthesis Report, 2007:36).

Figura 2. Emisiones mundiales de GEI antropógenos.



Fuente: IPCC- Informe síntesis, 2007: 36.

Figura 3. Emisiones antropógenas anuales totales de GEI por gases, 1970-2010.



Fuente: IPCC- Informe síntesis, 2014: 5.

Si el análisis se centra únicamente en el CO₂, el principal gas antropogénico, es notable su incremento. De 1750 al 2011, las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles y de la producción de cemento fueron 375 GtC³⁵, mientras que la deforestación y

³⁵ 1 Gigatonelada de carbón= 1 GtC. Esto corresponde a 3.67 GtCO₂ (IPCC-SPM, 2013: 7).

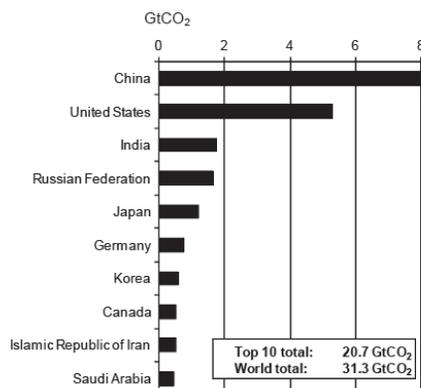
otros cambios en el uso de suelo se estima que liberaron 180 GtC. El resultado acumulativo de las emisiones antropogénicas fue de 575 [entre 460 y 630] GtC³⁶ (IPCC-SPM, 2013: 7).

Entre 1970 y 2004, las emisiones de CO₂ pasaron de 21 a 38 Gt, aumentaron 80%. Las emisiones anuales de la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento para el periodo 2002-2011 fueron de 8.3 GtC al año (grado de confianza alto). En 2011, la cifra aumentó a 9.5 GtC, 54% arriba de los niveles en 1990. Las emisiones netas anuales del cambio de uso de suelo antropogénico fueron en promedio 0.9 GtC para el periodo 2002-2011. (IPCC, Synthesis Report, 2007:36, IPCC-SPM, 2013: 7).

Las emisiones totales y las emisiones por sector permiten tener un panorama general de la manera en que ciertas actividades humanas contribuyen a la concentración de gases. Sin embargo, es necesario realizar un análisis que permita notar los aportes diferenciados de cada país y, dentro de los países de cada clase social, ya que no todos tienen los mismos patrones de producción y de consumo.

En 2010, los países que más emitieron CO₂³⁷ fueron China (2,259,856 MtmC³⁸), Estados Unidos (1,481,608 MtmC), India (547,811 MtmC), Rusia (474,714 MtmC) y Japón (319,257 MtmC). De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía, en 2017, los países continuaron la misma tendencia de emisiones (véase figura 4.1). De América Latina, únicamente México (lugar trece, con una emisión de 120,991 MtmC) y Brasil (lugar quince, con una emisión de 114,468 MtmC) están en la lista de los veinte principales países emisores de CO₂ (CDIAC, 2010a) (véase figura 4).

Figura 4. Los diez países que más emitieron CO₂ en 2011.



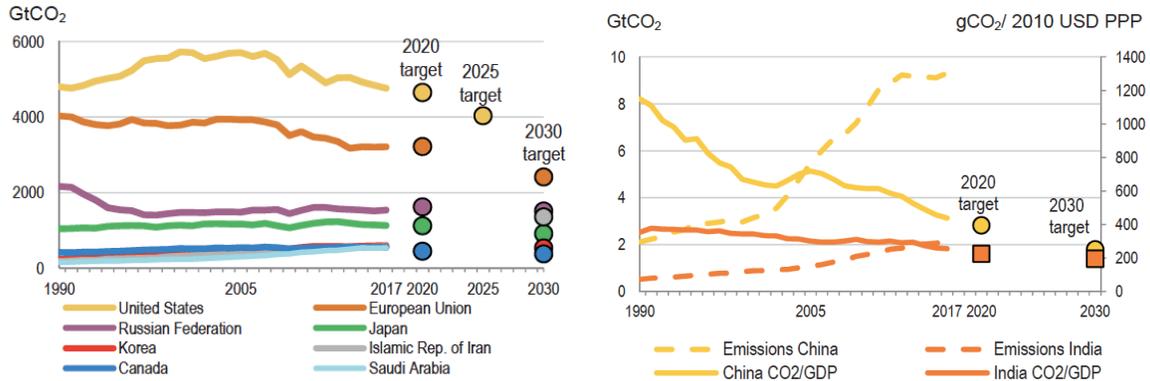
Fuente: IEA, 2013: 16.

³⁶ De las emisiones antropogénicas acumuladas, 240 GtC se han almacenado en la atmósfera, 155 GtC han sido tomadas por el océano y 150 GtC se encuentran en el ecosistema natural terrestre (IPCC-SPM, 2013: 7).

³⁷ Emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y la quema de gas.

³⁸ Miles de toneladas métricas de carbón.

Figura 4.1 Emisiones de CO₂ históricas (1990-2017) y objetivos de reducción de emisiones (2020, 2025, 2030) de los diez países que más emitieron.

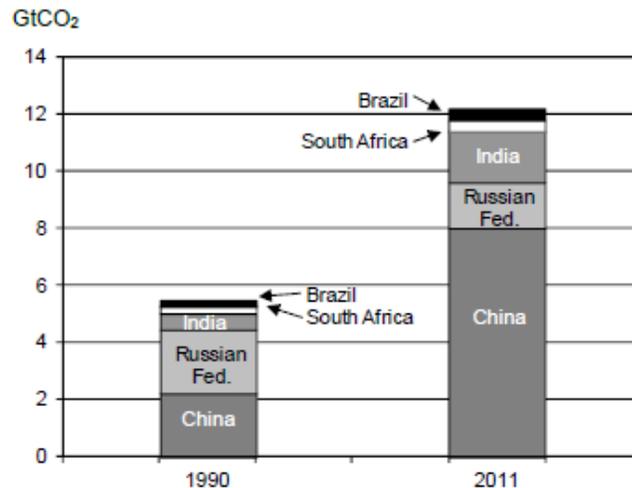


Fuente: IEA, 2019: 17.

Cerca de dos tercios de las emisiones totales del 2011 fueron producidas por diez países. Es notable la diferencia que existe entre los dos primeros países de la lista y los demás, la participación de China fue del 25.4% y Estados Unidos 16.9%; estos dos países juntos emitieron 13.2 GtCO₂ (IEA, 2013:16).

Como se puede notar, los países que más emiten CO₂ no son únicamente los *desarrollados*, como había sido históricamente. Actualmente, los países emergentes han comenzado a tener un papel significativo en las emisiones. Tal es el caso de los países que pertenecen al BRICS (Brasil, Rusia, China, India y Sudáfrica), que, en 2011, su uso de energía representó el 35% del total mundial y el 39% de las emisiones de CO₂ totales por quema de combustibles (IEA, 2013: 27). Es preciso mencionar que existen variaciones en la contribución por país y que, a excepción de Rusia, todos han tenido un aumento significativo (véase figura 5).

Figura 5. Emisiones de GEI de los países pertenecientes al BRIC.



Fuente: IEA, 2013: 28.

Por tanto, la asignación de responsabilidades debe ser diferenciada debido al lugar geográfico de emisiones. Esto significa que debe existir una responsabilidad compartida, es decir, todos los países deberían tomar acciones para mitigar las emisiones, pero de manera particular, porque no todos contribuyen de la misma manera.

Aunado a estas consideraciones, existe una discusión sobre la forma en que se deben medir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por un lado, sugieren que deben atribuirse al lugar donde se producen y por el otro, al lugar donde se realiza el consumo final. Las diferentes formas de medir las emisiones, representan cambios radicales en el *ranking* de los países que más emiten.

Al examinar las emisiones *per cápita*, se muestran drásticas las tendencias entre los países que más emiten. China ocupa el lugar 63 (1.68 MtmC *per cápita*), Estados Unidos el lugar 12 (4.71 MtmC *per cápita*), India desciende hasta el lugar 136 (0.45 MtmC *per cápita*), Rusia al lugar 22 (3.32 MtmC *per cápita*) y Japón (2.52 MtmC *per cápita*). En cuanto a los países de América Latina, México se colocó en el lugar 96 (1.07 MtmC *per cápita*) y Brasil cayó hasta el lugar 123 (0.59 MtmC *per cápita*) (CDIAC, 2010b).

En promedio, los países desarrollados emiten mayor cantidad de CO₂ *per cápita* que los países en desarrollo. A pesar de esto, el análisis *per cápita* debe hacerse tomando en cuenta dos consideraciones, una tiene que ver con el tamaño de la población del país; y otra con que las emisiones *per cápita* no muestran las diferencias en las emisiones de cada clase, como se mencionó más arriba.

Cambios climáticos observados

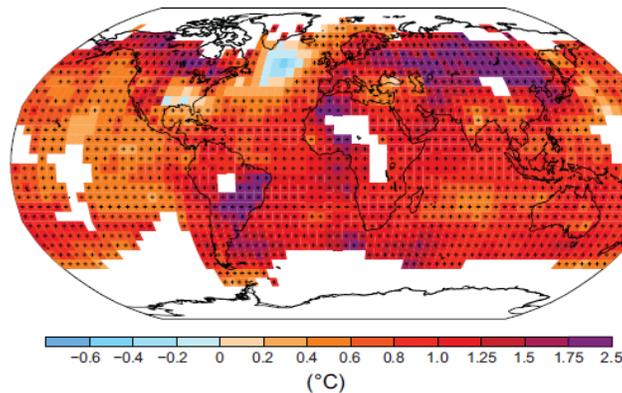
A nivel atmosférico, en las tres últimas décadas se ha observado mayor calentamiento en la superficie de la tierra que cualquier década anterior a 1850³⁹ (IPCC-SPM, 2013: 3).

El promedio global de la temperatura de la superficie tanto terrestre como oceánica muestra un calentamiento de 0.85 [entre 0.65 y 1.06] °C, calculado a partir de una tendencia lineal para el periodo 1880-2012⁴⁰. El incremento total entre el promedio del periodo 1850-1900 y el periodo 2003-2012 es 0.78 [entre 0.72 y 0.85] °C, basado en un conjunto de datos disponibles más extensos (IPCC-SPM, 2013:3).

Para el periodo más largo cuando el cálculo de las tendencias regionales es completo (1901-2012), casi todo el globo ha experimentado un calentamiento en la superficie. No obstante, es mayor en latitudes septentrionales altas.

³⁹ Una década más caliente que la otra y así sucesivamente.

⁴⁰ En el AR4, la tendencia lineal a cien años (1906-2005), era de 0.74 [entre 0.56 y 0.92] °C. En el TAR (Tercer Informe de Evaluación del IPCC, era de 0.6 [entre 0.4 y 0.8] °C (1901-2000) (IPCC, 2007: 30).

Figura 6. Cambios observados en la temperatura de 1901 a 2012.

Fuente: IPCC-SPM, 2013.

Cabe mencionar que, además del calentamiento multidecenal notable, el promedio global de la temperatura superficial muestra una variabilidad decenal e interanual sustancial.

Es prácticamente seguro que la tropósfera se haya calentado a nivel global desde la mitad del siglo XX. Observaciones más completas permiten tener mayor confianza en estimaciones del cambio en la temperatura de la tropósfera, principalmente en las latitudes medias del hemisferio norte. Se tiene un nivel de confianza medio en la velocidad y la estructura vertical del calentamiento en la troposfera en latitudes medias del hemisferio norte y confianza baja en cualquier otro sitio.

Las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos (IPCC-Synthesis Report, 2007: 30).

Se tiene un grado de confianza baja en los cambios en la precipitación promedio sobre las zonas terrestres a escala mundial, en el periodo 1901-1950; a partir de 1951 el grado de confianza en el cambio en la precipitación es medio. En las áreas terrestres de latitudes medias en el hemisferio norte, la precipitación ha aumentado desde 1901 (nivel de confianza medio antes y alto después de 1951). (IPCC-SPM, 2013:4). Regionalmente, en el periodo 1900-2005, las precipitaciones han incrementado significativamente en algunas partes orientales de América del Norte y del Sur, en el norte de Europa y en el Asia septentrional y central, mientras que disminuyó en el Sahel, en el Mediterráneo, en el sur de África y en partes del sur del Asia. En términos mundiales, la superficie afectada por las sequías probablemente ha aumentado desde los años 70 (IPCC-Synthesis Report, 2007: 30).

Cambios en varios fenómenos meteorológicos y eventos extremos⁴¹ se han observado desde 1950. Es muy probable que, a escala mundial, el número de días y noches fríos hayan

⁴¹ Fenómeno meteorológico raro en un lugar y época del año determinados. Aunque hay diversas definiciones de 'raro', la rareza de un fenómeno meteorológico extremo sería normalmente igual o superior a la de los percentiles 10 ó 90 de la función de densidad de probabilidad observada. Por definición, las características de un estado del tiempo extremo pueden variar en función del lugar

disminuido y el número de días y noches calientes hayan aumentado. Probablemente, en más áreas terrestres hayan incrementado las precipitaciones intensas, que decrecido. La frecuencia o intensidad de precipitaciones fuertes probablemente hayan aumentado en Estados Unidos y Canadá y Europa. En otros continentes, existe un grado de confianza medio en los cambios en eventos de precipitación fuerte.

El calentamiento de los océanos domina el incremento en la energía almacenada en el sistema climático, contando con más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010 (grado de confianza alto). Es prácticamente seguro que la parte superior del océano (0-700 m) se haya calentado de 1971 al 2010 (IPCC-SPM, 2013:4).

Es muy probable que las regiones con salinidad alta, donde la evaporación domina, se hayan convertido más salinas, mientras que regiones con baja salinidad, donde la precipitación domina, se hayan convertido más frescas desde 1950s. Estas tendencias regionales en la salinidad oceánica proveen evidencia indirecta de que la evaporación y la precipitación de los océanos ha cambiado (confianza media). (IPCC-SPM, 2013:5).

En cuanto a la criósfera, en las dos últimas décadas, tanto en Groenlandia como en Antártica, las capas de hielo han perdiendo masa, los glaciares se continúan reduciendo en casi todo el mundo y la extensión de la cubierta de nieve de primavera en los hielos marinos árticos y el hemisferio norte siguen decreciendo (grado de confianza alto) (IPCC-Synthesis Report, 2007: 30, IPCC-SPM, 2013:5). Múltiples líneas de evidencia, respaldan un calentamiento sustancial del Ártico desde la mitad del siglo XX.

Como ya se mencionó, la tasa de crecimiento del nivel del mar desde la mitad del siglo XIX ha sido mayor que la tasa promedio durante los dos milenios anteriores (confianza alta). En el periodo 1901-2010, el promedio mundial del nivel del mar incrementó en 0.19 [0.17 a 0.21] m. (IPCC-SPM, 2013:6).

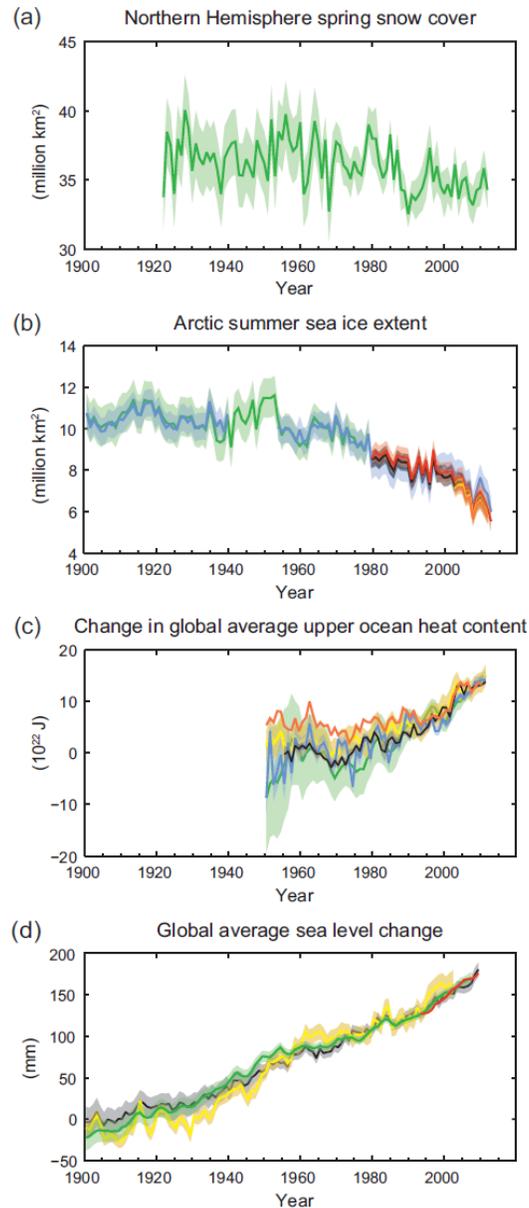
Probablemente, el promedio mundial del nivel del mar haya aumentado a una tasa de 1.7 [entre 1.5 y 1.9] mm año⁻¹ en el periodo 1901-2010; 2.0 [entre 1.7 y 2.3] mm año⁻¹ en el periodo 1970-2010; y, 3.2 [entre 2.8 y 3.6] mm año⁻¹ de 1993 a 2010 (IPCC-SPM, 2013:6).

Desde principios de la década de los setenta, la pérdida de masa glaciar y la expansión térmica del océano consecuencia del cambio climático, representan el 75% del aumento del nivel del mar. En el periodo 1993-2010, el promedio global del nivel del mar es, con confianza alta, consistente con la suma de contribuciones observadas de la expansión

en sentido absoluto. Un fenómeno meteorológico extremo no puede ser atribuido directamente a un cambio climático antropogénico, ya que hay siempre una probabilidad finita de que haya sobrevenido de manera natural. Cuando una pauta de actividad atmosférica extrema persiste durante cierto tiempo (por ejemplo, durante una estación), puede clasificarse como episodio climático extremo, especialmente si arroja un promedio o un total que es en sí mismo un valor extremo (por ejemplo, sequías o precipitaciones intensas a lo largo de una temporada) (IPCC-Synthesis Report, 2007:81).

termal oceánica debido al calentamiento (1.1 [entre 0.9 y 1.4] mm año⁻¹), de los cambios en los glaciares (0.76 [entre 0.39 y 1.13] mm año⁻¹), capa de hielo de Groenlandia (0.33 [entre 0.25 y 0.41] mm año⁻¹), manto de hielo Antártico (0.27 [entre 0.16 y 0.38] mm año⁻¹) y el almacenamiento de agua del suelo (0.38 [entre 0.26 y 0.49] mm año⁻¹). La suma de esas contribuciones es de 2.8 [entre 2.3 y 3.4] mm año⁻¹) (IPCC-SPM, 2013:7).

Figura 7. Cambios observados en el clima mundial.



Fuente: IPCC-SPM, 2013.

En la figura 7, se observan algunos indicadores que muestran que el clima está cambiando. En la primera figura se observa el promedio de la extensión del manto de nieve del hemisferio norte en marzo-abril (primavera); en la segunda figura, el promedio de la

extensión del hielo marino del Ártico en julio-agosto-septiembre (verano); en la tercer figura, el cambio en el contenido calorífico medio global de las capas superiores del océano (0-700 metros), ajustado al período 2006-2010, y en relación con el promedio de todos los conjuntos de datos correspondientes a 1970; y en la última figura, el nivel medio global del mar con respecto al promedio del conjunto de datos de más larga duración entre 1900 y 1905, y con todos los conjuntos de datos alineados para tener el mismo valor en 1993, primer año de datos de altimetría por satélite. Todas las series temporales (líneas de color que indican los diferentes conjuntos de datos) muestran valores anuales, y, en los casos en que se han evaluado, las incertidumbres se indican mediante sombreado de color. También se observan cambios en el ciclo del carbón y otros ciclos biogeoquímicos.

Las concentraciones de CO₂, CH₄ y N₂O han incrementado a niveles sin precedentes en al menos 800, 000 años. Las concentraciones de CO₂ han aumentado 40% desde la época pre industrial, principalmente debido a las emisiones de combustibles fósiles y por el cambio de uso de suelo (IPCC-SPM, 2013: 7).

Los océanos han absorbido cerca del 30% de las emisiones antropogénicas de CO₂, causando la acidificación de los mismos. La acidificación de los océanos es cuantificada por la disminución en el pH⁴². El pH de la superficie del océano ha decrecido en 0.1 desde el inicio de la era industrial (grado de confianza alto), correspondiente al 26% del incremento la concentración de iones de hidrógeno (IPCC-SPM, 2013: 8).

Las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero (i.e. CO₂, CH₄ y N₂O) han incrementado desde 1750 debido a las actividades humanas. En 2011, las concentraciones de esos gases eran de 391 ppm⁴³, 1803 ppb, 324 ppb y exceden a los niveles preindustriales en 40, 150 y 20%, respectivamente (IPCC-SPM, 2013: 7).

Las emisiones anuales de la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento para el periodo 2002-2011 fueron de 8.3 GtC⁴⁴ al año (grado de confianza alto). En 2011, la cifra aumentó a 9.5 GtC, 54% arriba de los niveles en 1990. Las emisiones netas anuales del cambio de uso de suelo antropogénico fueron en promedio 0.9 GtC año durante 2002-2011 (IPCC-SPM, 2013: 7).

De 1750 al 2011, las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles y de la producción de cemento fueron 375 GtC, mientras que la deforestación y otros cambios en el uso de suelo se estima que liberaron 180 GtC. El resultado acumulativo de las emisiones antropogénicas fue de 575 [460 a 630] GtC (IPCC-SPM, 2013: 7).

⁴² El pH es una medida de acidez que utiliza una escala logarítmica: la disminución de una unidad de pH corresponde a 10 veces el incremento de la concentración de iones de hidrógeno, o acidez.

⁴³ Ppm (partes por millón) o ppb (partes por billón) es la relación del número de moléculas de un gas por el número total de moléculas de aire seco.

⁴⁴ 1 Gigatonelada de carbón= 1 GtC. Esto corresponde a 3.67 GtCO₂ (IPCC-SPM, 2013: 7).

De las emisiones antropogénicas acumuladas, 240 Gt de CO₂eq se han almacenado en la atmósfera, 155 Gt de CO₂eq han sido tomadas por el océano y 150 de Gt de CO₂eq se encuentran en el ecosistema natural terrestre.

Es de notar que la asignación de responsabilidad por la emisión de GEI es diferenciada, no sólo por país, también por clase. Debido a la gran brecha en la distribución de riqueza, existe una diferencia geográfica de las emisiones. Por tanto, se habla de una responsabilidad compartida pero diferenciada, ya que no todos tienen los mismos patrones de producción y de consumo.

Proyecciones del cambio climático global

Para entender los cambios que tendrá el sistema climático se necesitan una serie de observaciones, estudios de procesos de retroalimentación y modelos simuladores. En el AR5 los modelos son mejores⁴⁵, son más detallados y las observaciones de mayor plazo, por lo que permiten la atribución de la contribución humana a los cambios detectados en los componentes del sistema climático.

Las proyecciones de los cambios en el sistema climático han sido desarrolladas a partir de una jerarquía de modelos que van desde los muy complejos, los de complejidad intermedia, los modelos climáticos comprensivos y los modelos del sistema de la Tierra. Los modelos simulan cambios a partir de una serie de escenarios de forzamientos antropogénicos.

Las proyecciones del Grupo de Trabajo 1 del IPCC requieren información acerca de las emisiones futuras y las concentraciones de los GEI, aerosoles y otros impulsores del cambio climático. Esta información es expresada como escenario de actividades humanas, las cuales no se analizan en el Reporte. Los escenarios del GT1 se enfocan en las emisiones antropogénicas y no incluyen los cambios en los impulsores naturales como el forzamiento solar y volcánico o las emisiones naturales, por ejemplo, de CH₄ y N₂O.

En el AR5, se definieron un conjunto de cuatro nuevos escenarios, reconocidos como RCPs (Representative Concentration Pathways) o VCRs (Vías de Concentración Representativas). Se identifican por su aproximado forzamiento radiativo total en el año 2100 en relación con el año 1750: 2.6 Wm⁻² para RCP2.6, 4.5 Wm⁻² para RCP4.5, 6.0 Wm⁻² para RCP6.0 y 8.5 Wm⁻² para RCP8.5.

Los cuatro escenarios incluyen un escenario de mitigación que conlleva a un bajo nivel de forzamiento (RCP2.6), dos escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6) y un escenario con muy altas emisiones de gases de efecto invernadero (RCP8.5).

⁴⁵ Existen modelos climáticos que han mejorado desde el AR4. Los modelos reproducen los patrones y tendencias de la temperatura en la superficie a escala continental a través de las décadas, incluyendo el rápido calentamiento desde la mitad del siglo XX y el enfriamiento inmediato seguido de una gran erupción volcánica (grado de confianza muy alto) (IPCC-SPM, 2013:11).

Cada escenario provee conjuntos de datos espacialmente resueltos del cambio en el uso de suelo y emisiones basadas en los sectores de contaminantes de aire, y especifica las concentraciones anuales de GEI y las emisiones antropogénicas hasta 2100.

Impactos en el ecosistema

Las concentraciones de CO₂ alcanzarán 421 ppm (RCP2.6), 538 ppm (RCP4.5), 670 ppm (RCP6) y 936 ppm (RCP8.5) para el año 2100. Al incluir también las concentraciones de CH₄ y N₂O, las concentraciones de CO₂eq son de 475 ppm, 630 ppm, 800 ppm y 1313 ppm, respectivamente (IPCC-SPM, 2013: 22).

El cambio en la temperatura superficial global para finales del siglo XXI es probable que exceda 1.5 °C en relación a 1850-1900 para todos los escenarios de RCPs, excepto para el RCP2.6. Es probable que exceda 2°C para el RCP6 y RCP8.5, y más probable que no exceda los 2°C en el escenario RCP4.5 (IPCC-SPM, 2013: 15).

El calentamiento continuará después de 2100 bajo todos los escenarios de RCP, excepto para el RCP.6. El calentamiento continuará exhibiendo variabilidad interanual y de décadas y no será igual para todas las regiones (IPCC-SPM, 2013: 15).

Es prácticamente seguro que sean más frecuentes los días calientes y menos días fríos con temperaturas extremas en la mayor parte de las zonas terrestres a escalas temporales a diario o en cada temporada, mientras la temperatura promedio global aumenta. Es muy probable que las ondas de calor ocurran con mayor frecuencia y duración. Inviernos ocasionales con fríos extremos continuarán ocurriendo (IPCC-SPM, 2013: 15).

Cambios en el ciclo del agua global como respuesta del calentamiento en el siglo XXI no serán uniformes. El contraste en la precipitación entre regiones húmedas y secas y entre temporadas húmedas y secas incrementará, aunque existan excepciones regionales (IPCC-SPM, 2013: 16).

El océano continuará calentándose durante el siglo XXI. El calor penetrará de la superficie a las profundidades del océano y afectará la circulación.

En cuanto a la criósfera, es muy factible que la cubierta del océano glacial Ártico continúe contrayéndose y adelgazándose. En el hemisferio Norte la cubierta de nieve de primavera disminuirá durante el siglo XXI, mientras la temperatura superficial promedio global aumenta. El volumen de los glaciares global disminuirá aún más (IPCC-SPM, 2013: 17).

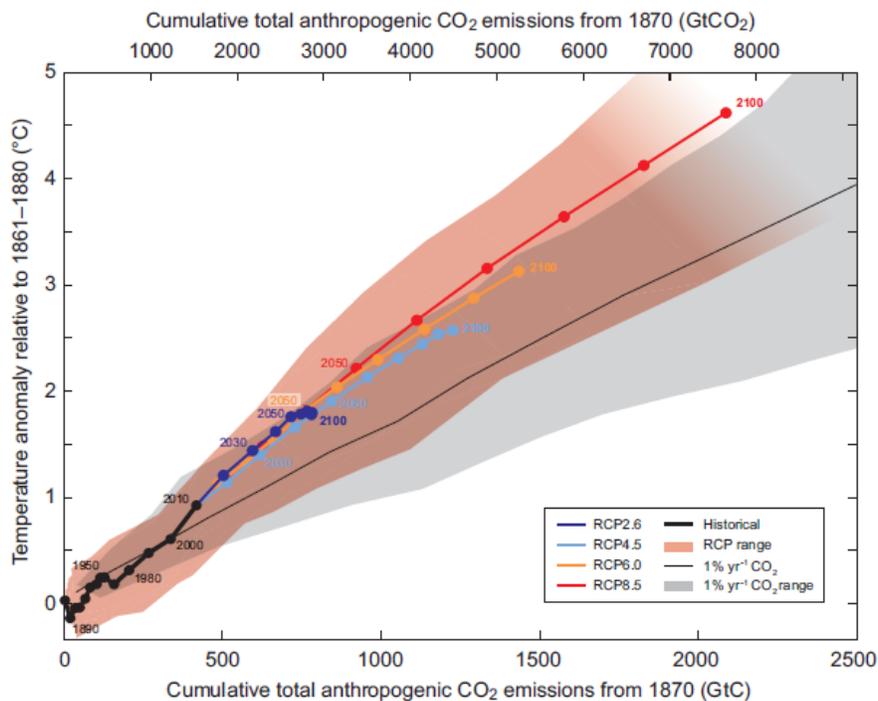
El nivel del mar promedio global continuará aumentando durante el siglo XXI. Bajo todos los escenarios de RCP, es muy probable que la velocidad de incremento del nivel del mar exceda lo observado durante 1971-2010 debido a un incremento en el calentamiento oceánico y la pérdida de masa de los glaciares y las capas de hielo (IPCC-SPM, 2013: 18).

En las proyecciones de RCP, la expansión termal representa un 30-55% en el siglo XXI del aumento del nivel del mar promedio global y los glaciares con un 15-35%. El aumento del nivel del mar no será uniforme.

El cambio climático afectará el proceso del ciclo del carbono de manera que agravará el incremento de CO₂ en la atmósfera. Con una mayor absorción del carbón por el océano, la acidificación crecerá (IPCC-SPM, 2013: 19).

La acumulación de emisiones de CO₂ determina ampliamente el calentamiento de la superficie promedio global para finales del siglo XXI y más allá. La mayoría de los aspectos del cambio climático permanecerán por varios siglos, aunque se detuvieran las emisiones de CO₂. Esto representa un importante compromiso con el cambio climático de muchos siglos, creado por las emisiones pasadas, presentes y futuras de CO₂. (IPCC-SPM, 2013: 19).

Figura 8. Total de emisiones de CO₂ de origen antropogénico desde 1870



Fuente: IPCC-SPM, 2013.

Impactos en la sociedad

Los cambios en el ecosistema generarán cambios en diferentes sectores de la sociedad.

En el caso de los alimentos, la productividad de cultivos aumentará en algunos sitios (en latitudes medias, con incrementos en la temperatura media de hasta 1 a 3°C, encima de estos niveles disminuiría) y disminuirá en otras regiones (en latitudes inferiores,

especialmente secas y tropicales, con pequeños incrementos en la temperatura media entre 1 y 2°C)⁴⁶.

Las costas estarán expuestas a crecientes riesgos, entre los que destaca la erosión, y para 2080, las inundaciones afectarán a la población asentada en estos lugares debido al aumento en el nivel del mar. Las ciudades también tendrán diversos impactos como se verá más adelante.

En general, las industrias, asentamientos y sociedades más vulnerables serán las que se encuentren en zonas costeras y planicies fluviales. Se verán afectados los sectores económicos vinculados con los recursos sensibles del clima y en áreas propensas a fenómenos meteorológicos extremos, especialmente donde hay procesos de urbanización rápidos.

En cuanto a la población expuesta a mayor riesgo, serán los sectores de la sociedad que actualmente se encuentran en una situación de vulnerabilidad, los que con el cambio climático estén en mayor desventaja. Esto significa que se seguirán reproduciendo desigualdades previamente existentes, dependiendo del género, clase y edad.

La salud humana se verá profundamente afectada, aumentarán las enfermedades diarreicas, infecciosas, las cardiorrespiratorias (debido al aumento en las concentraciones de ozono en niveles bajos de áreas urbanas por efecto del cambio climático). Los sitios templados se verán beneficiados por el cambio de clima, lo que disminuirá las defunciones por exposición al frío. Además, habrá efectos parcialmente beneficiosos como cambios en la transmisión de malaria en África. No obstante, en conjunto, los beneficios no compensarán los efectos perjudiciales para la salud por el aumento de temperatura, especialmente en países en desarrollo. Serán importantes para la salud las políticas que impulsen la educación, la salud pública, la infraestructura y el desarrollo económico.

Adaptación y mitigación

Ante las crecientes emisiones de GEI a la atmósfera, debido a diversas actividades humanas y los impactos que tendrán sobre los ecosistemas y la sociedad, los países han tenido que comenzar a tomar medidas tanto para mitigar como para adaptarse a los posibles cambios. Existe una interdependencia entre ambas estrategias, ya que ambas buscan reducir los impactos que tendrá el cambio climático; la mitigación busca reducir las causas de los riesgos relacionados con el clima, mientras que la adaptación apunta a disminuir la vulnerabilidad y la exposición a estos riesgos.

De acuerdo con el IPCC, la mitigación se refiere a “los cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el insumo y las emisiones por unidad de producción. Aunque hay varias

⁴⁶ La mayor parte de la información de los impactos en los diferentes sectores de la sociedad puede referirse al apartado *Impactos del cambio climático futuros* en IPCC-Synthesis Report, 2007: 48.

políticas sociales, económicas y tecnológicas que reducirían las emisiones, la mitigación, referida al cambio climático, es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de GEI y a potenciar los sumideros” (IPCC-Synthesis Report, 2007: 84).

La adaptación es definida como “iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación; por ejemplo: preventiva y reactiva, privada y pública, y autónoma y planificada. Algunos ejemplos de adaptación son la construcción de diques fluviales o costeros, la sustitución de plantas sensibles al choque térmico por otras más resistentes, entre otras” (IPCC-Synthesis Report, 2007: 76).

Estas dos estrategias juntas tienen el objetivo de reducir los impactos que tendrá el cambio climático sobre las sociedades. Es preciso señalar que, a pesar de las sinergias, ambas estrategias implican desafíos diferentes espacial y temporalmente⁴⁷. En este sentido, es importante la planeación estratégica para la adaptación (sin dejar de tomar medidas de mitigación), sobre todo cuando la evidencia científica muestra que, a pesar de la incertidumbre, algunos impactos climáticos serán inevitables.

Sin embargo, los países tienden a favorecer las medidas de mitigación, en lugar de las de adaptación. Principalmente, por la apuesta a mantener los mismos niveles de producción y de consumo actuales, pero con *tecnología mejorada y sustentable* (positivismo verde). Estas medidas de mitigación no dan cuenta de que para reducir las emisiones antropogénicas de GEI, es problema de fondo es el modo de producción basado en la extracción de recursos y en el consumo ilimitado de estos; además de los patrones de producción y de consumo de ciertos sectores de la sociedad.

1.3 Ciudades frente al cambio climático

Contribución de las ciudades al cambio climático

A pesar de que las ciudades representan menos del 0.5% del total de la superficie del planeta, éstas consumen una enorme cantidad de recursos: “las ciudades consumen dos tercios de la energía mundial y son responsables de la emisión —directa e indirecta— de cuatro quintas partes de los gases de efecto invernadero” (Newman, *et. al.*, 2009, citado en Delgado, *et. al.*, 2010: 111). En este sentido, diversas actividades que ocurren dentro de la ciudad (o fuera de ésta, pero sirven al mantenimiento de las zonas urbanas) alteran el

⁴⁷ Por ejemplo, las políticas públicas de planeación urbana se encaminan a la consolidación de ciudades compactas, con el objetivo de reducir la demanda de energía y disminuir las emisiones en el transporte. Esta medida puede causar conflicto con las medidas de adaptación como el acceso de los ciudadanos a las áreas verdes. Es por esta razón que la planeación estratégica se vuelve un desafío, ya que juega un papel importante en que los espacios sean a prueba de los impactos del clima y que además contribuyan a mitigar las emisiones (McEvoy, 2006: 188).

sistema climático y los ciclos biogeoquímicos a escalas locales, regionales y globales, además de generar cambios en la radiación de la Tierra; todo esto a partir de las emisiones de GEI o bien por el cambio en el uso de suelo.

Entre las actividades urbanas que contribuyen al cambio climático (y a la destrucción del medio ambiente en general), el uso de energía es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente de CO₂. También actúan como emisores la disposición de residuos (metano) y el cambio de uso de suelo, como causa directa del cambio climático.

En el caso de la energía, su contribución al cambio climático es causada por la quema de combustibles fósiles, debido a la alta dependencia a este tipo de energía. La mayor parte de las actividades realizadas en las ciudades están dominadas por el uso de estos combustibles. Las actividades que se relacionan a este rubro son: generación de electricidad, transporte, industria, uso de energía en edificios residenciales y comerciales.

En cuanto a la generación de electricidad. En 2008, el total de electricidad producida a nivel mundial fue de 20, 181 TWh (Terawatts/hora), generado principalmente por energía térmica (carbón, petróleo y gas), además de nuclear, hidroeléctrica y otras fuentes como geotérmica solar, eólica, combustibles renovables, entre otras (UN-HABITAT, 2011:38-39).

El consumo de electricidad varía significativamente entre ciudades. Las ciudades de países desarrollados (por ejemplo: Barcelona, Ginebra, Londres, Los Ángeles, Nueva York) consumen alrededor de 4.5 y 7 MWh *per cápita* al año. Mientras que las ciudades pertenecientes a países en desarrollo (CDMX, Ciudad del cabo) consumen entre 1.7 y 3.5 MWh *per cápita* al año (SENER, 2010; UN-HABITAT, 2011:39).

El transporte representa el 23% del total de la energía usada a nivel mundial y el 13% de las emisiones de los GEI (UN-HABITAT, 2011:41). Este rubro ha aumentado en las últimas décadas debido a la rápida urbanización, así como al aumento del parque vehicular privado. Otros factores relacionados con este sector que impactan en el cambio climático son la densidad, la calidad y el diseño del sistema del transporte y la planeación de la ciudad⁴⁸.

En cuanto al uso de energía en los edificios residenciales y comerciales, este rubro combina tanto emisiones directas como indirectas. Las emisiones directas se deben a actividades como uso de electricidad, calefacción y aire acondicionado (emisión de halocarbonos), cocción de alimentos, etcétera (actividades relacionadas con los patrones de consumo de los habitantes del lugar). Las emisiones indirectas como la electricidad usada en el alumbrado público y las emisiones asociadas a la energía incorporada en los materiales

⁴⁸ Se ha demostrado que la densificación, a partir de desarrollos urbanos compactos con uso de suelo mixto y un sistema de transporte integral, han jugado un rol importante en la disminución de la emisión contaminantes. Cabe mencionar que, si se densifica sin ninguna otra medida, el nivel de exposición a los contaminantes incrementa. Véase Delgado, G. (coord.) (2012), Transporte, ciudad y cambio climático, CEIICH-PINCC- UNAM.

utilizados en la construcción. Este sector representa el 8% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global (UN-HABITAT, 2011:42).

La industria incluye actividades con un intensivo uso de energía, como la manufactura de hierro y acero, metales no ferrosos, químicos, fertilizantes, refinerías de petróleo, cemento y papel, entre otras. El 19% de las emisiones totales globales son representadas por este sector (UN-HABITAT, 2011:43). Cabe mencionar que las emisiones de la industria han cambiado en las últimas décadas, debido a que las empresas transnacionales han decidido reubicar sus fábricas a los países en desarrollo, que se caracterizan por regulaciones sociales y ambientales flexibles⁴⁹.

Al igual que las emisiones de la industria, la emisión de GEI, principalmente metano (CH₄) debido a la disposición de desechos sólidos en rellenos sanitarios ha ido en aumento. El ritmo de crecimiento de las emisiones del sector coincide con el aumento de metabolismo de las ciudades, a partir del incremento en los flujos de entrada y, por tanto, de salida.

Los sectores como la agricultura y la ganadería favorecen al cambio climático de forma directa porque sus actividades están asociadas a las emisiones de metano (fermentación entérica de los animales y descomposición de los desechos) y de óxido nitroso (uso de abonos y fertilizantes). Estas actividades están altamente relacionadas con el aumento de consumo de alimentos en las ciudades⁵⁰. Otras actividades que se encuentran fuera de las ciudades pero que responden a las demandas de las ciudades son la minería y la producción maderera.

La otra forma en que contribuyen estas actividades es por el cambio de uso de suelo, el cual se genera cuando las ciudades se expanden hacia zonas que anteriormente se ocupaban para la agricultura y la silvicultura. El cambio en el uso del suelo implica la creación de superficies impermeables, la fragmentación de los ecosistemas y deforestación, factores que afectan el ciclo de carbono, ya que se reducen sumideros con alto potencial de absorción de CO₂; además, producen cambios en el sistema climático debido a que los centros urbanos son una fuente de calor y dificultan el almacenamiento de agua.

⁴⁹ La relocalización de las industrias hacia países en desarrollo vuelve controversial el tema de la contabilización de emisiones (basado en la producción o en el consumo), ya que, si se basa en la producción, los países en desarrollo tienen un alto grado de emisión en el sector industria. Este enfoque distorsiona la responsabilidad de la generación de emisiones, debido a que la producción de la industria es una respuesta a la demanda de los consumidores de otros lugares y, en general, no beneficia al país manufacturero. Este tema se analizará más adelante.

⁵⁰ Las dietas urbanas se han tornado cada vez más intensivas en agua y energía, sobre todo debido al aumento del consumo de carnes, lácteos y diversos alimentos procesados (véase más adelante), se puede sostener que los asentamientos urbanos modelan, en cierto sentido y medida, las dinámicas territoriales y los ritmos de las emisiones directas e indirectas asociadas a la alimentación, más allá de sus propias fronteras (Galloway et al, 2007; Gerbens-Leenes et al 2010, citado en Delgado, 2013).

Emisiones de las ciudades

El tema de la contribución de las ciudades a la concentración de GEI es complejo. En primer lugar, porque, como ya se ha analizado, no existe consenso sobre la definición de ciudad o área urbana que permita delimitar las emisiones de estos espacios. En segundo lugar, la contribución de las ciudades depende del enfoque del método que mide las emisiones, a saber: basado en el consumo o en la producción.⁵¹ De esta manera, si las mediciones se basan en la producción, a nivel global, las ciudades emite entre el 40 y el 70% del total de los gases de efecto invernadero; si se basan en el consumo, aportan entre el 60 y 70% (UN-HABITAT, 2011: 52)⁵².

Los diferentes patrones en el consumo de materiales y energía han resultado en grandes diferencias en las emisiones de GEI entre regiones y países (incluso dentro de cada país, las ciudades tienen diferentes emisiones). Ello significa que no todas las ciudades han contribuido de la misma manera al cambio climático. Las causas son multifactoriales: el clima y recursos naturales⁵³, el tamaño y estructura de la población, la distribución de la población en los asentamientos urbanos (densidad), el papel de la ciudad tanto en la economía nacional como mundial y los patrones de consumo de los habitantes de los asentamientos urbanos, entre otros.

Por ejemplo, las ciudades europeas no tienen el mismo nivel de emisiones, en Barcelona las emisiones *per cápita* al año de Barcelona fueron 4.2 tCO₂eq (2005), Ginebra 7.8 tCO₂eq (2005), Praga 9.4 tCO₂eq (2005) y Londres 9.6 tCO₂eq (2003, Área metropolitana). A nivel nacional, en Estados Unidos, Nueva York emite 7.9 tCO₂eq *per cápita* (2009), mientras que Los Ángeles 13 tCO₂eq *per cápita* (2000) y Washington D.C. 19.7 9 tCO₂eq *per cápita* (2005) (Kennedy, *et. al.*, 2009:7300; Dodman, 2009: 189; UN-HABITAT, 2011).

Para el caso de América Latina, las principales megaciudades no muestran emisiones tan variadas, aunque sí se verifican diferencias: un habitante de CDMX emite 2.3 tCO₂ al año, Buenos Aires 3.3 tCO₂eq *per cápita* (2010), Rio de Janeiro 1.9 tCO₂eq *per cápita* (2005) y Sao Paulo 1.4 tCO₂eq *per cápita* (2000) (Delgado, *et. al.* 2012: 8-11; UN-HABITAT, 2011: 48-49).

Cabe mencionar que concentrarse en las emisiones *per cápita* de los centros urbanos permite tener una visión general de la forma en que las ciudades aportan gases de efecto

⁵¹Otro factor es que no se utilizan los estándares para registrar las emisiones a nivel local en todos los países.

⁵² Por ejemplo, en el caso del sector manufacturero, que produce bienes para el consumo para el mundo en general (UN-HABITAT, 2011: 51), las emisiones variarán dependiendo del enfoque de producción (se contabilizan las emisiones en el lugar donde se produce cierto bien) o de consumo (se asigna a los consumidores que demandan bienes o servicios).

⁵³ Los factores físicos como el clima y recursos naturales que se encuentran en el área urbana, determinan los patrones en el uso de energía. Por ejemplo, si una ciudad se encuentra en latitudes altas, los edificios consumirán más energía para la calefacción; por el otro lado, los edificios que se encuentran en los trópicos utilizarán la energía para el aire acondicionado (UN-HABITAT, 2011: 11).

invernadero a la atmósfera. No obstante, como se ha puntualizado, las emisiones *per cápita* no dan cuenta de los diferentes niveles de emisiones entre los distintos sectores de la población urbana, los cuales dependen de factores socioeconómicos como el nivel de ingreso y el género. Es por esta razón que se vuelve necesario la creación de indicadores que den cuenta de estos factores y que, además, permitan comparaciones en tiempo y espacio.

Esta contribución desigual de las ciudades al cambio climático, tanto por región o país como dentro de la misma ciudad, es el núcleo de los temas de justicia ambiental, ya que las cargas ambientales de los ricos, entre ellas las emisiones de gases de efecto invernadero, que afectarán tanto a ricos como a pobres, tendrán mayor impacto en los pobres debido a los riesgos que atraen su alta vulnerabilidad.

Impactos del cambio climático en las ciudades

El cambio climático y los impactos que tendrá sobre las áreas urbanas representa un reto para los asentamientos urbanos y sus poblaciones, ya que estos pueden ser altamente vulnerables. Es de notar que los riesgos físicos a los que ya se enfrentan y enfrentarán las ciudades afectan su capacidad para proveer servicios. Un punto importante en el tema de los impactos es que no afectarán de la misma manera a todas las regiones, ciudades, sectores y grupos sociales. En el caso de las zonas urbanas con menor contribución a las emisiones de GEI, en general, son y serán las que enfrentarán el grueso de los costos más altos.

Antes de continuar con la discusión, conviene definir tres conceptos trascendentales para el análisis: impacto, riesgo y vulnerabilidad. De acuerdo con el IPCC, un impacto se refiere a los efectos (positivo o negativo) del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos (IPCC, 2007: 82). Los impactos afectarán a las ciudades dependiendo de su grado de vulnerabilidad, la cual se entiende como el grado en que el sistema geofísico, biológico y socioeconómico es susceptible y por tanto es incapaz de lidiar con los impactos del cambio climático (Füssel and Klein, 2006, citado en Schenider, *et. al.*, 2007: 783). En este sentido, el concepto de riesgo se define como la combinación de la magnitud del impacto con la probabilidad de que ocurra; este concepto captura la incertidumbre que se encuentra debajo del proceso del cambio climático, la exposición, sensibilidad y la adaptación (Schenider, *et. al.*, 2007: 782).

Las actividades humanas que han modificado los ciclos biogeoquímicos y el sistema climático de la Tierra tienen un impacto directo con los riesgos físicos a los que se exponen las ciudades. Como ya se ha descrito anteriormente, estos incluyen⁵⁴:

⁵⁴ La mayor parte de la información que se encuentra en este apartado puede referirse al capítulo “Los impactos del cambio climático sobre las áreas urbanas” en UN-HABITAT, 2011.

- Aumento del nivel del mar, el cual afectará principalmente a las ciudades ubicadas en zonas costeras, provocando daños en la ciudad y migraciones humanas).
- Aumento en el número e intensidad de ciclones que implicará cortes en la energía (que afectarán al sistema de transporte y a las actividades económicas en general), problemas en el suministro de agua, inundaciones (que pueden contaminar el agua y por tanto ser una fuente de enfermedades) y destrucción física en general que causarán serios problemas tanto a seres humanos como a los ecosistemas.
- Eventos de intensas precipitaciones que tendrán implicaciones en los sistemas sociales y económicos que se encuentran en las zonas urbanas; además de que favorecen las inundaciones y los deslaves de tierra.
- La frecuencia y la severidad de las inundaciones se presentan como uno de los desastres más costosos y dañinos para los asentamientos urbanos. Los impactos son varios: pérdidas de vidas humanas, dificultad para la distribución de energía, suspensión de sistemas de transporte, contaminación de fuentes abastecedoras de agua potable, moviliza los residuos, escombros y otros contaminantes. La planeación urbana se convierte en un punto central para disminuir la vulnerabilidad a los impactos por inundaciones, sobre todo para los que se encuentran en asentamientos informales.
- Los deslaves de tierra también afectarán principalmente a los asentamientos irregulares (que han ido aumentando debido al rápido y desordenado crecimiento de las ciudades; además de la alta especulación en los precios en las áreas urbanas y el aumento de la pobreza).
- Los eventos de calor extremo serán más frecuentes e intensos (periodos de temperaturas más altas que las promedio). Las áreas urbanas se verán severamente afectadas debido a que tienen temperaturas superficiales muy altas debido a las islas de calor (tendencia de las ciudades a retener más calor que sus alrededores). Esto implicará mayor uso de energía en aire acondicionado y mayor demanda de agua e impactos sobre la estabilidad social la salud humana, especialmente en grupos vulnerables como las personas de la tercera edad, niños y grupos empobrecidos.
- El aumento e intensidad de las sequías (disminución de los niveles normales de precipitación) amplificarán el estrés hídrico, disminuirán la calidad del agua y aumentarán los costos en la operación de sistemas de agua, mientras aumenta la demanda.

Como se ha visto, los riesgos físicos a los que se encuentran expuestas las ciudades, tienen impactos en la estructura de los asentamientos y en los sistemas económicos y sociales.

Los impactos del cambio climático en la infraestructura urbana afectan las estructuras comerciales y residenciales (debido a las inundaciones), los sistemas de transporte, los sistemas de energía (tanto en la demanda como la oferta), los sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua.

Los impactos económicos del cambio climático en las ciudades aumentan de manera desigual la vulnerabilidad de las mismas, no sólo porque afectan la infraestructura de la ciudad, lo cual implica altos costos, sino porque afectan a sectores económicos como la industria, el comercio, el transporte, el negocio de bienes raíces, las comunicaciones, las actividades informales, el turismo, entre otros.

En cuanto a los impactos sociales, como ya se mencionó, no tendrán los mismos efectos sobre todos los sectores. Factores como la pobreza, el género, la edad y la pertenencia a un grupo étnico son determinantes para la situación de vulnerabilidad en la que se encuentran hoy en día. Esta situación, no sólo seguirá reproduciéndose, sino que se agravará con el cambio climático, incluso se reforzarán las vulnerabilidades y aumentará la desigualdad social. Este es un punto importante porque los efectos caen desproporcionadamente sobre estos grupos, sin tener la capacidad de adaptarse; a pesar de que son los que menos han contribuido al cambio climático.

A manera de reflexión final de este capítulo se puede decir que las múltiples aproximaciones de lo que se considera ciudad o urbano coexisten como parte de la realidad y dan sentido a la vida urbana; esto resulta en definiciones que consideran criterios diferentes, dependiendo el propósito de la investigación. Esto no significa que una definición sea mejor que otra; sin embargo, pueden ser sesgadas. Un reto para la investigación de las ciudades, es articular y consensar una definición integral y operacional.

No es fácil generar definiciones específicas. La complejidad de definir lo urbano, desde la cual se determinan los límites de la ciudad, consiste en que es una abstracción que incluye una serie de factores interrelacionados, como el tamaño de la población, la densidad poblacional, espacio, organización económica y social, función económica, suministro y demanda de trabajo y administración.

El análisis sobre el concepto de ciudad y de lo urbano, puede ser resuelto teóricamente, pero se debe tomar en cuenta que el espacio que se está estudiando se encuentra en constante cambio en el tiempo y el espacio, esto es, los límites de la ciudad tienden a ser fluidos, cambian con las alteraciones del medio urbano local, como la adición de la población de la periferia de la ciudad, las cuales pueden ampliar los límites de la ciudad

Asimismo, como se puede observar a lo largo del capítulo tanto el crecimiento de las ciudades como el cambio climático global antropogénico son dos problemas que comenzaron con a partir del establecimiento del modo de producción actual y que se han acentuado con el modelo neoliberal. Ambos fenómenos son complejos y representan

grandes retos. Será necesario tomar acciones que vayan más allá de mejorar la tecnología, incrementando su eficiencia energética; las acciones deberán estar encaminadas a reducir el flujo de energía y materiales.

Capítulo 2

La Ciudad de México ante el cambio climático



Integrated Urban Resilience, Urban Ecology | Climate Change Series, Danielle Nelisse, 2013.

Como se señaló en el capítulo anterior, en esta investigación se considera a la ciudad como un sistema complejo, en el que existen elementos heterogéneos que intervienen en procesos, los cuales se interrelacionan e interaccionan⁵⁵. En este sentido, existe una relación de interdependencia e interdefinibilidad entre las ciudades y el cambio climático.

Esta relación se manifiesta de tres formas: la primera se refiere a la contribución de la ciudad al cambio climático a partir de las emisiones de GEI, derivadas de los flujos metabólicos. La segunda se relaciona con la vulnerabilidad de la ciudad ante los efectos del cambio climático. Y, la tercera tiene que ver con las políticas públicas y acciones existentes para la mitigación y adaptación ante el cambio climático. En este capítulo se desarrollará cada una para el caso de CDMX con el cambio climático.

2.1 Contribución de la Ciudad de México al cambio climático

Las emisiones de GEI producidas por la Ciudad de México (CDMX) se deben a los flujos de materiales y energía y sus respectivos procesos metabólicos que toman cuerpo en lo urbano y su interacción con los espacios rurales inmediatos y otros a escalas regionales, nacionales e internacionales. Esto significa que la ciudad intercambia materiales y energía en determinadas escalas de tiempo y espacio.

Esta entrada y salida de materiales y energía entre diferentes espacios, da cuenta de la relación existente entre estos. De este modo, el análisis no se debe enfocar únicamente en las ciudades, sino también en otros lugares que están sirviendo a, o que están en función de la ciudad.

Sin embargo, al utilizar el concepto de ciudad no se da cuenta que ésta no es un ente abstracto. Asimismo, al hablar de ciudad como un todo, no se percibe que ésta no es homogénea y que se encuentra compuesta por personas de diferente clase social, género y edad que tienen hábitos de consumo diferenciados, por lo que no tienen el mismo impacto en el flujo de materiales y energía y que, por tanto, no contribuyen con la misma intensidad al cambio climático.

La intensidad del flujo de materiales y energía en una ciudad y, por tanto, las emisiones de la misma, “son influenciadas por una variedad de aspectos físicos, económicos y sociales, niveles de desarrollo y la historia específica de cada ciudad” (IPCC-WGIII-C12:4).

⁵⁵ Véase García, Rolando, 2006. Sistemas complejos, Gedisa Editorial.

Características físicas⁵⁶

La CDMX se asienta en el Valle de México, con una extensión de unos 9,600 km², el cual está situado a una altitud de 2,240 metros sobre el nivel del mar (msnm). Forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana, una cadena volcánica que cruza México de este a oeste.

Al norte se localiza la sierra Guadalupe; hacia el poniente y al sur se encuentran con la Sierra de las Cruces y la Sierra del Ajusco; y aunque no colindan con la Ciudad, en el oriente se ubican las sierras Nevada y Río Frío. Estas características en cierta medida han determinado el desarrollo y crecimiento territorial de la ciudad, principalmente hacia el norte y oriente.

Las montañas que circundan al Valle de México presentan una gran cobertura forestal que funcionan como recarga de acuíferos y cursos fluviales que abastecen de agua al Valle⁵⁷. No obstante, al estar ubicada en un valle, no es fácil que los contaminantes salgan, por lo que se generan islas de calor y el efecto invernadero.

La CDMX se emplaza en tres cuencas hidrográficas, la del Pánuco, la del río Balsas y la de Lerma Santiago. Las principales corrientes de agua son los ríos Mixcoac (entubado), Churubusco (entubado), Los Remedios, La Piedad (entubado), Tacubaya, Becerra, Consulado (entubado), Santo Desierto, San Buenaventura, La Magdalena, Agua de Lobo, El Zorrillo y Oxaixtla; los canales: Chalco, Apatlaco, General, Nacional, Cuemanco y del Desagüe.

Por su parte, los cuerpos de agua que se ubican en CDMX son: presa Anzaldo, presa Canutillo, lago San Juan de Aragón (artificial), lagos de Chapultepec (artificiales), lagos de Xochimilco y el canal del desagüe profundo (artificial).

Cabe mencionar que CDMX se asienta en un sistema lacustre que ha sido disecado de manera progresiva (desde la conquista española). Las delegaciones que son parte del sistema lacustre son Iztapalapa, Tláhuac, Iztacalco, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero, Benito Juárez, Coyoacán y Xochimilco.

El clima de CDMX se encuentra influenciado por la latitud tropical en la que se localiza, aunque las condiciones de humedad, temperatura y precipitación han modificado su comportamiento. En todo caso, su clima es predominantemente templado, con lluvias en verano.

En las delegaciones Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Iztacalco, Benito Juárez, Coyoacán, Iztapalapa, Tláhuac, Xochimilco, parte norte de Tlalpan, Álvaro Obregón y Milpa

⁵⁶ La mayor parte de la información sobre los aspectos físicos se refiere a la Estrategia Local de Acción Climática 2014-2020: 58-60.

⁵⁷ La mayor parte de los bosques que se encuentran en esas áreas fueron declarados “Suelo de conservación” para garantizar la calidad del agua, retener la escorrentía de las precipitaciones y, por tanto, proteger el suelo de la erosión y a CDMX de las precipitaciones intensas que pueden dar lugar a deslizamientos de tierra, deslaves e inundaciones.

Alta el clima es predominantemente templado subhúmedo. Hacia el este, las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero tienen un clima seco y semiseco. En el sur de la Ciudad, el clima es templado húmedo, esto afecta a las delegaciones Milpa Alta, Tlalpan y Magdalena Contreras, en colindancia con los estados de México y Morelos.

La temperatura media anual de CDMX oscila entre 18°C y 10°C. Es más cálida en la parte norte y desciende 10° en el suelo de conservación (donde están las temperaturas más bajas). Las temperaturas varían dependiendo de la zona de la Ciudad, por ejemplo, la temperatura máxima del mes más cálido puede llegar a 28°C en la parte norte y 26°C y 27°C en la parte media y 18°C en la parte sur, donde se encuentra el suelo de conservación. En contraste, la temperatura mínima del mes más frío puede llegar a -1°C en algunas zonas de la parte sur, entre 2°C y 3°C en la frontera periurbana y a 4°C en la parte central y norte.

En CDMX se presentan lluvias en verano. La precipitación total anual es variable de acuerdo a la zona del territorio, presenta un rango de 600 mm en la región seca, mientras que en la parte templada húmeda (hacia el sur) puede alcanzar hasta 1,400 mm anuales. Los patrones de lluvia han sufrido grandes cambios sobre todo en lo que a la intensidad de precipitación se refiere, ya que las condiciones urbanas proporcionan un mecanismo para el desarrollo de lluvias torrenciales (Jáuregui, 2005. Citado en ELAC 2014-2020). Estos volúmenes están sujetos a una variabilidad interanual del $\pm 30\%$ y presentan un claro gradiente que aumenta de noreste a sudeste de la Ciudad. Las delegaciones que presentan mayor precipitación son Cuajimalpa, Álvaro Obregón, La Magdalena Contreras y Tlalpan.

En suma, el Valle de México no es una unidad continua, esto es consecuencia a los orígenes geológicos diferentes, la composición del suelo y los diferentes climas que determinan el mosaico en ambientes frecuentemente caracterizado por diferentes tipos de vegetación. Las características físicas mencionadas determinarán, en gran medida, los impactos y la vulnerabilidad de la ciudad ante el cambio climático, así como su contribución en la emisión de GEI.

Características socio-históricas

Además de los rasgos físicos, las características políticas, económicas, sociales, demográficas espaciales y territoriales basadas en el crecimiento histórico de cada ciudad, determinan en gran medida la intensidad de los flujos metabólicos.

En el caso de las ciudades latinoamericanas, a pesar de las diferencias físicas y la historia específica de cada ciudad, éstas coinciden en tener un modelo de crecimiento y expansión parecido, el cual va redistribuyendo el crecimiento urbano del centro hacia la periferia⁵⁸. En

⁵⁸ El ritmo de crecimiento y la forma en la que se ha expandido CDMX coincide con la manera de crecer de las megaciudades, especialmente las latinoamericanas. El modelo de crecimiento se divide en cuatro etapas. La primera se caracteriza por altos crecimientos demográficos y económicos en la ciudad central, es decir tiene un patrón monocéntrico. En la segunda etapa, comienza un proceso

el caso de CDMX, su crecimiento se puede explicar en cuatro etapas, tal y como se describe a continuación.

Crecimiento territorial y demográfico de la Ciudad de México

Se puede esquematizar la dinámica de crecimiento demográfico y expansión territorial de CDMX en el siglo XX dividiéndola en cuatro periodos: 1900-1930, 1930-1950, 1950-1980-actualidad. Cabe mencionar que, a finales del siglo XIX, con la instauración del sistema capitalista, México y, específicamente, la hoy denominada CDMX, comenzó a tener diferentes cambios: se perfiló como una ciudad de producción industrial y como escenario de la consolidación del proyecto agroexportador imperante.

Antecedentes

A partir de 1850 y en los inicios del siglo XX con la instauración del modelo capitalista, se comenzó a construir una ciudad productiva industrial, con un sistema de ferrocarriles y vías que permitieron que la ciudad se conectara con otros lugares del país y del mundo. La ciudad empezó a concentrar a la mayor parte de la población, las personas migraban a las ciudades en busca de oportunidades de trabajo (Garza, 2000: 8).

A partir de 1858, como resultado del triunfo de la reforma liberal, se generó un reordenamiento profundo del espacio, la retícula de la ciudad cambió debido a que los monasterios, conventos e iglesias fueron demolidos y divididos en lotes para venderlos a particulares.

De 1858 a 1833, “la CDMX tuvo un crecimiento lento, por tanto, no había una alta demanda de vivienda, la población creció poco y ocupó lotes del centro formados al fraccionarse los conventos. Los promotores de estos fraccionamientos operaban individualmente y no poseían un elevado capital” (Morales, 2000: 118). Por tal motivo, “el ayuntamiento otorgó facilidades a los fraccionadores; por ejemplo, los exoneró del pago de impuestos a los materiales de construcción. Por su parte, los fraccionadores se obligaban a ceder calles, plazas o algún terreno para los mercados e iglesias” (Morales, 2000: 119).

En cuanto a los servicios, la política era permitir la construcción de fraccionamientos y posteriormente, dotarlos de servicios. No obstante, no se establecía cuándo ni quién se

de suburbanización, por lo que el crecimiento demográfico disminuye y la población comienza a desplazarse a la periferia con un alto crecimiento. En la tercera fase, la ciudad central comienza a tener tasas de crecimiento negativas, mientras el crecimiento de la periferia va en aumento. En la cuarta fase, los crecimientos negativos persisten en las áreas centrales y los más altos incrementos suceden en zonas periféricas, la expansión urbana forma polos de crecimiento, definiendo de esta manera un patrón policéntrico. Véase Aguilar, 2002.

obligaba a hacerlo. Esto provocó que los fraccionamientos carecieran de servicios durante muchos años (Morales, 2000: 119).

En este periodo el crecimiento de la ciudad se dirigió hacia el noreste, con la creación de las colonias Barroso, Santa María y Guerrero (Morales, 2000:117).

A finales del siglo XIX (1884-1899), la expansión de la ciudad continuó hacia el noreste, en las colonias Morelos, La Bolsa, Díaz de León, Rastro, Maza y Valle Gómez, habitadas por obreros y población de bajos recursos. Estas zonas enfrentaron graves problemas de servicios y de salubridad (Morales, 2000: 121); además de un rápido poblamiento.

En estos años, no se registraron cambios en la política gubernamental y los promotores continuaron operando individualmente, sin disponer la gran capital.

Primera etapa. Crecimiento de la ciudad central (1900-1930)

En la primera etapa, CDMX comienza a perfilarse como una gran ciudad. Esto se debe, principalmente, al aumento de población residente en la ciudad, así como a la fuerza de trabajo que diariamente se trasladaba a la ciudad central.

En 1900, la ciudad tenía 344 mil habitantes, una extensión de 2,714 ha, con una densidad de 127 habitantes por hectárea (hab/ha) (Garza, 2000: 242). En treinta años, la ciudad aumentó su población a 1 millón 19 mil habitantes; así, el área urbana crecía a una tasa de 3.3% anual, mientras que el Distrito Federal lo hacía al 2.6% (Garza y Damián, 1991).

Expansión acelerada y promoción capitalista del suelo 1900-1910

En cuanto a la expansión territorial, en los primeros diez años del siglo XX, se registró un crecimiento acelerado, principalmente hacia el surponiente de la Ciudad con colonias construidas para las clases altas del porfiriato. Las colonias son Juárez, Cuauhtémoc, Roma y Condesa.

Un cambio importante en esta etapa fue la promoción del suelo que se inscribía en un patrón típicamente capitalista; los promotores eran sociedades anónimas como The Chapultepec Land Improvement Co. (La Teja), la Compañía de Terrenos de la Calzada de Chapultepec (Roma) y la Compañía Colonia de la Condesa, S.A., formadas por banqueros y políticos del porfiriato (Morales, 2000: 121).

La construcción de las colonias era financiada por los bancos, lo que permitió proveerlas de sistemas de servicios modernos, que las mismas compañías instalaban al actuar como contratistas de las obras de infraestructura (Morales, 2000: 121).

A diferencia del siglo anterior, ya no se trataba de un especulador que esperaba el crecimiento de la ciudad para el aumento del precio de la tierra, sino un agente que promovía el aumento mediante inversiones en infraestructura (Morales, 2000: 121-122).

En 1903 la ciudad fue subdividida en 13 municipalidades (Garza, 2000: 20). El problema de la dotación de servicios se agravó en este año, ocasionando cambios en los reglamentos. Estos cambios consistieron principalmente en que los concesionarios establecerían los servicios para las colonias y el Ayuntamiento les reembolsaría en pagos parciales. No obstante, las únicas colonias beneficiadas por estos cambios fueron las de las clases altas, ya que constituían los mercados más solventes y garantizaban al gobierno contribuciones elevadas para realizar dicho pago. Por el otro lado, en las colonias formadas por clases medias y bajas no se siguieron los reglamentos y continuaron teniendo problemas en la provisión de servicios. “En ninguno de sus contratos el gobierno se comprometió a cubrir su costo, aunque obligó a los concesionarios a establecerlos por su cuenta, autorizándoles que cobraran una cuota por el suministro de agua” (Morales, 2000: 122).

Ante la falta de una política gubernamental más estricta capaz de controlar la especulación, en muchos fraccionamientos no se cumplieron los requisitos de vialidad, sanidad y seguridad, siendo la administración pública la que paulatinamente estableció los servicios que los fraccionadores debían haber instalado (Morales, 2000: 122).

A medida que CDMX se fue expandiendo (había un exceso de lotes y muy baja densidad poblacional), el ayuntamiento tuvo mayores problemas para realizar las inversiones necesarias para la dotación de servicios; no obstante, las contribuciones de las nuevas colonias. “El presupuesto se desequilibró y a pesar de que se invirtieron cuantiosas sumas para saneamiento y pavimentación, la ciudad conservó en su periferia un anillo de focos de infección, fraccionamientos sin banquetas, pavimento ni agua, con cañerías descubiertas y a los que sólo esporádicamente llegaban los carros de basura” (Morales, 2000: 122).

Contradicciones sociales territorializadas en la Ciudad

La desigual repartición de la riqueza en los primeros años del siglo XX, se expresaba en la diferenciación entre zonas ricas y zonas de clase media y pobre, sobre todo en el tema de dotación de infraestructura y de requerimientos indispensables de vialidad, sanidad y seguridad. El surgimiento de fraccionamientos originó una segregación de la población definida en términos de su capacidad de compra. Las clases altas se ubicaron en colonias con excelentes niveles de servicios, en casonas rodeadas de jardines, mientras las clases populares se establecieron en fraccionamientos que carecían de servicios, en viviendas de adobe y casas de vecindad (Morales, 2000: 117).

La vida en la ciudad era un contraste, por un lado, en la parte central y las colonias ricas había un sistema de servicios modernos (alumbrado eléctrico, pavimentación de asfalto, dotación de agua y drenaje por tubería subterránea), los edificios trataban de imitar la arquitectura europea dado que la élite pugnó por conformar una ciudad moderna y culta. Se utilizaron nuevos materiales de construcción como el hierro fundido y el concreto. La vida en la ciudad sólo era cómoda para una capa reducida de beneficiarios del porfiriato. Por otro lado, los nuevos y modernos edificios se “alternaban con viejas construcciones

coloniales que se habían convertido en vecindades que se encontraban en pésimas condiciones de habitabilidad” (Morales, 2000: 122).

A pesar de los numerosos lotes en los nuevos fraccionamientos, existía una gran escasez de vivienda para las clases pobres pues la mayoría no tenía una vivienda permanente; “sus recursos sólo les permitía alquilar un par de metros de suelo para mal pasar la noche en los galerones llamados mesones” (Morales, 2000: 122).

El crecimiento demográfico y la expansión territorial, tanto de la ciudad como de las delegaciones periféricas, provocaron que las localidades periféricas que rodeaban la ciudad quedaran unidas al área urbana de la capital, formando fraccionamientos en las antiguas haciendas, ranchos o potreros. De este modo, hasta 1921, las 12 divisiones centrales (cuarteles) concentraban el total de la población de CDMX; a partir de 1930, se inició un proceso de expansión hacia las delegaciones Coyoacán y Azcapotzalco (absorbieron el 2% de la población, mientras que en la parte central residía el 98 restante) (Garza y Damián, 1991). Otras localidades que se unieron fueron Tacuba, Tacubaya, La Villa, San Ángel y Guadalupe.

El gran crecimiento experimentado originó una división social del espacio habitacional basada fundamentalmente en las notables desigualdades de ingreso (Morales, 2000: 117). Esta expansión irregular muestra que en CDMX no hubo, como en muchas ciudades europeas, una planeación previa del crecimiento urbano. Las nuevas colonias fueron proyectos parciales de extensiones muy diversas localizados donde convenía a los intereses económicos de los especuladores, ante la falta de un control gubernamental real y de una planeación que considerara a la urbe en su totalidad (Morales, 2000: 117).

Debido al incipiente proceso de industrialización que vivía el país, y específicamente, CDMX, la sociedad se diversificó; se formaron crecientes segmentos de obreros, quienes, junto con los artesanos, vendedores ambulantes y desarraigados, aumentaron la capa de los habitantes de menores recursos (Morales, 2000: 116).

Diferentes factores explican el crecimiento físico de la ciudad. El primero es la instauración del modelo capitalista a mediados del siglo XIX, por el cual se orientó la construcción de la ciudad hacia la producción industrial y la consolidación del proyecto agroexportador imperante. Esto tuvo como consecuencia el desarrollo económico.

El desarrollo económico tuvo como consecuencia la expansión de urbana dado que permitió realizar obras de innovación tecnológica del transporte público y privado. En 1905, se establece la primera compañía de tranvías (primero fueron de tracción animal y, posteriormente, trenes urbanos eléctricos), se introduce el automóvil de combustión interna y se levanta un sistema de camiones colectivos de pasajeros.

La construcción de vías de comunicación y la demanda de vivienda, provocan el surgimiento de colonias para las clases altas y medias en zonas cercanas al centro y colonias populares

con deficientes servicios públicos en áreas más alejadas. Estos aumentaron la accesibilidad a la periferia (Morales, 2000: 116).

La parte central de CDMX se convirtió en el área de servicios de intermediación, en el núcleo donde se entrecruzaban las vías del ferrocarril que transportaban los productos agrícolas, el lugar donde se establecieron las casas de negocios que comercializaban la producción en el mercado mundial y la sede de un poder político altamente centralizado. El suelo del centro de la ciudad se especializó en suelo comercial, desplazando hacia áreas periféricas las actividades productivas de manera gradual, al igual que a sus habitantes. Este proceso también convertía a la ciudad en el principal centro de consumo por lo que en su periferia se establecieron numerosas fábricas (Morales, 2000: 116). Económicamente, la ciudad jugaba un papel central al aportar la mayor parte del PIB nacional.

En el aspecto político, a finales de este periodo (1928), se abolió el municipio libre de la capital y los habitantes de CDMX perdieron el derecho de elegir a sus gobernantes locales, los cuales pasaron a ser nombrados por el presidente de la República (Garza, 2000: 21).

En síntesis, en este periodo 1900-1930, se observa un notable crecimiento demográfico, territorial y económico. Este crecimiento es desigual y conlleva a grandes disparidades urbanísticas y sociales. Es de notar que estos mismos contrastes se mantienen en la actualidad, como se verá más adelante.

Segunda etapa. Expansión periférica (1930-1950)

Como se mencionó, a finales del primer periodo, la construcción de vías de comunicación y la demanda de vivienda, provocaron el surgimiento de colonias para clases altas y medias en zonas cercanas al centro, mientras que las colonias populares se ubicaban en áreas más alejadas, con deficientes servicios públicos. Esta forma de crecimiento permaneció en el segundo periodo, por lo que tanto la ciudad central como los municipios que la rodeaban contribuyeron a la expansión territorial, asimismo, la zona conurbada se amplió.

Así, “mientras la ciudad central creció en 1930-1940 al 3.4% anual, seis delegaciones del Distrito Federal y un municipio del Estado de México, que conformaban un primer anillo de unidades administrativas, lo hacían a 5.4% anual” (Garza y Damián, 1991).

En el periodo 1940-1950 esta diferencia se acentúa de forma significativa con tasas de 4.3 y 10.3% respectivamente. Se observa que la ciudad central perdió importancia respecto de la ciudad en su totalidad; su participación se redujo de 98 en 1930 al 78% en 1950. Lo anterior denota un proceso de expulsión de la población del centro a la periferia de la ciudad.

En este periodo, el crecimiento demográfico tuvo un impulso sin precedente de la dinámica poblacional con las tasas de crecimiento más altas registradas, 5.87% anual (Negrete, 2000: 247)⁵⁹.

El crecimiento tuvo impacto en el reordenamiento de la ciudad, en 1941, la ciudad central del Distrito Federal, hoy CDMX, se subdividió en 12 cuarteles y el resto en 12 delegaciones⁶⁰.

Uno de los factores que contribuyó al proceso de expulsión de la población y la expansión de la ciudad fue que el comercio y los servicios comenzaron a localizarse en unidades administrativas periféricas. Este fue el inicio del proceso de descentralización de la actividad económica intrametropolitana. Con ello se va gestando la ciudad moderna de carácter metropolitano que inicia con timidez en 1940. Es de notar que esta expansión ocurre exclusivamente dentro del territorio del Distrito Federal, alcanzando los límites de su superficie al norte en 1950, lo que representa el final de la segunda etapa.

Cabe destacar que, en este periodo, en 1940, se formula el primer plan regulador con el que se empezó el proceso de planificación de la época moderna de la ciudad. Dicho documento no tuvo vigencia oficial, por lo que la planeación de la ciudad fue relegada por acciones urbanísticas basadas en regulaciones generales y el desarrollo de las grandes infraestructuras hidráulicas y viales (Garza, 2000: 24).

Tercera etapa. Dinámica metropolitana (1950-1980)

A partir de este periodo se observa un cambio en la dinámica de la ciudad. Esta etapa se caracteriza por la expansión de la ciudad hacia zonas periféricas.

A pesar de que CDMX había comenzado a crecer desde principios del siglo XX, el desarrollo urbano del país era incipiente a mediados de siglo. “En 1950, la población total del país era de 25.8 millones de habitantes, de los cuales, 7.2 vivían en un sistema de 84 ciudades, con un grado de urbanización⁶¹ de sólo 28%” (Garza & Ruiz, 231). Esto es, México era un país básicamente agrícola con más del 70% de los mexicanos habitando en el sector rural.

En este contexto, CDMX se encontraba en una jerarquía urbana preeminente, “concentraba el 39.8% de la población urbana nacional y el 11.1% de la total” (Garza & Ruiz, 233). El desarrollo urbano nacional se caracterizaba por una gran hegemonía de CDMX al

⁵⁹ Como se verá en la siguiente etapa, las altas tasas de crecimiento (más del 5% anual) continuaron hasta 1970. De esta manera, “la dinámica demográfica hizo que la población capitalina alcanzara en 1970, 8.6 millones de habitantes y a lo largo de la década de los setenta, incrementara a un promedio de 473,129 personas al año” (Negrete, 2000: 247).

⁶⁰ La Ley Orgánica del 29 de diciembre de 1970 transformó los 12 cuarteles en cuatro delegaciones más para construir las 16 existentes a fines del siglo XX (Garza, 2000: 21).

⁶¹ El grado de urbanización se refiere al total de la población urbana respecto a la total.

septuplicar a la segunda ciudad más grande de la República (Guadalajara); la Ciudad tenía un perfil de muy elevada preeminencia.

En 1950 comenzó un proceso de gran importancia para el desarrollo de la metrópoli. La mancha urbana de la ciudad sobrepasó los límites del entonces Distrito Federal por el norte y se extendió hacia los municipios del Estado de México: “En 1950, Tlalnepantla se unió a la ZMCM y en 1960, lo hicieron Naucalpan, Chimalhuacán y Ecatepec” (Garza y Damián, 1991: 26). Así, entre 1950 y 1960 la metrópoli aumentó su población en 10.3% anual, mientras que el distrito central creció en un 2.4%. Éste continuó perdiendo importancia relativa, en 1960 únicamente concentraba el 57% de la población.

A mediados del siglo XX, la población de la ciudad era de casi 3 millones de habitantes y el tejido urbano⁶² había aumentado a 22,989 hectáreas, por lo que la densidad de población era de 128 habitantes por hectárea (Garza, 2000: 242); se mantuvo más o menos igual que a principios de siglo. Esto constituía una ciudad compacta con alta densidad.

En el periodo 1960-1970 se agregaron a CDMX otros siete municipios, los cuales experimentaron 14.3% del crecimiento anual, propiciando la consolidación del proceso metropolitano en la parte del Estado de México. Éste representó 21% de la población total de lo que se puede considerar la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (Garza y Damián, 1991).

De 1950 a 1970 la población de la ciudad creció aceleradamente a una tasa geométrica anual de 5.5%, es decir, casi 300 mil nuevos habitantes anuales, para alcanzar en los años setenta un total de 8.6 millones en una extensión de 68,260 hectáreas, que representa una densidad de 126 habitantes/hectárea (Garza, 2000: 242). Durante la década de los setenta, la población de la ciudad incrementó en 425 mil habitantes anuales, lo que requirió la urbanización de 3,971 hectáreas cada año. De esta manera, entrada la década de 1980, CDMX alcanzó una superficie de 107, 973 hectáreas (1080 km²) de tejido urbano, que implicó una densidad de 120 habitantes/hectárea (Garza, 2000: 242); seis habitantes menos que en la década anterior.

Es de notar que en la década de los setenta se mantuvo más o menos la misma cantidad de habitantes por hectárea que a principios de siglo (127 hab/ha.). No obstante, este fue el último periodo con esas densidades, ya que en los ochenta disminuyeron debido a la gran expansión territorial como se observará en la cuarta etapa.

⁶² El tejido urbano es la base física de una ciudad, se encuentra constituido por todo tipo de construcciones, infraestructura y equipamiento (viviendas, edificaciones públicas, comerciales, industriales y de servicios y vialidades). El tejido se extiende desde el centro hacia todas direcciones en forma más o menos continua, conformando el área urbana.

Debido a la expansión metropolitana, se incorporaron 11 municipios en 1970⁶³. No obstante, hasta esta década, la proporción de población en el Estado de México no era tan significativa (1.8 millones de habitantes en ese año). En las siguientes décadas esta entidad sufrió el impacto más severo de la expansión de la ciudad (Negrete, 2000: 251). En 1980, el crecimiento metropolitano en el Estado de México continuó al agregarse seis municipios de esa entidad. De esta forma, la ZMVM quedó constituida por 16 delegaciones, y 17 municipios⁶⁴ conurbados del Estado de México.

La expansión experimentada por CDMX llevó a la necesidad de planear el crecimiento, por esta razón en 1976 se promulga el primer Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal⁶⁵.

Al final de este tercer periodo, la dinámica demográfica de México cambió. En 1980, la población se poco más que duplicó hasta alcanzar 66.8 millones, mientras que la población urbana se quintuplicó, elevándose a 37.6 millones, significando un grado de urbanización de 56.2% (Garza & Ruiz, 233). Esto es, México se transformó en una nación predominantemente urbana. En cuanto a la Ciudad, hasta principios de los años ochenta, la urbe continuó siendo compacta y su densidad se mantenía como un parámetro relativamente estable.

Causas de la expansión territorial en la tercera etapa

Una primera causa para la expansión territorial experimentada en este periodo fue el crecimiento poblacional tanto natural como social. El crecimiento natural⁶⁶ fue responsable de la mayor parte del incremento demográfico en CDMX, incluso en las dos décadas de más alta migración (1950-1970). Las altas tasas de crecimiento comenzaron a descender en todo el país a partir de 1975, especialmente en las áreas urbanas, como es el caso de CDMX que experimentó un descenso en la natalidad. Al desaparecer las tasas de crecimiento especulares, las diferencias entre el Distrito Federal y el Estado de México fueron menos notables.

Cabe destacar que el crecimiento social de la población no fue uniforme, por el contrario, se caracterizó por ser muy dispar, sobre todo en las unidades administrativas menores, lo que refleja la importancia de los movimientos tanto migratorios como intrametropolitanos

⁶³ En 1980 eran 21 municipios; en 1990, 28 municipios y 41 en 1995 (Negrete, 2000: 251-252). Actualmente, se han incorporado 59 municipios del Estado de México y Tizayuca del estado de Hidalgo.

⁶⁴ Dependiendo la fuente, el total de municipios conurbados del Estado de México varía entre 17 y 21 (Negrete, 2000: 251-252, Garza y Damián: 1991).

⁶⁵ El documento se actualizó en 1980, 1982, 1987, 1996, estando vigente este último en el año 2000. El programa debe ser actualizado cada 3 años por lo que el de 1996 debió ser sustituido en 1999 (Garza, 2000: 24).

⁶⁶ El crecimiento natural es representado por el número de nacimientos menos el de defunciones.

(Negrete, 2000: 249). La expansión territorial de CDMX, se dirigió especialmente hacia el norte y el oriente de la entidad.

El crecimiento se extendió hacia la zona norte del Distrito Federal desde el periodo 1950-1960. Esto se debió a varias razones, una de ellas fue la construcción de grandes obras infraestructurales, por ejemplo, viales (como el periférico que incluyó a Naucalpan y Tlalnepantla⁶⁷). También se realizaron obras de drenaje y agua potable. Otro factor relevante para la extensión del territorio fueron las nuevas empresas industriales, que seguían un patrón de desconcentración industrial del centro de CDMX hacia su periferia norte. Esto provocó el asentamiento personas en zonas habitacionales tanto populares como residenciales. Es de notar que mientras la población con bajos ingresos (constituida por migrantes o grupos expulsados del centro de la Ciudad por proyectos de renovación urbana) encontraron las condiciones para adquirir un pequeño lote en el disecado lago de Texcoco o en colonias populares, la mayoría irregulares, como Ecatepec, Tlalnepantla y Naucalpan; la población con ingresos medios y altos se asentó en colonias residenciales, bien urbanizadas.

En los años sesenta, el crecimiento también se dirigió hacia el oriente del Distrito Federal, especialmente a Nezahualcóyotl, Estado de México. En sólo un decenio llegó a tener 580 mil habitantes (Negrete, 2000: 251); esto se debió a la acentuada demanda de vivienda, aunada a la especulación de los fraccionadores.

El crecimiento de la ZMCM no es igual, en esta etapa se comienza a diferenciar el crecimiento de la ciudad central con el de la periferia. De esta manera, entre 1960 y 1970 las primeras delegaciones centrales que comenzaron a experimentar un decrecimiento poblacional fueron Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo. Esta es una característica del modelo de crecimiento de las ciudades, especialmente las latinoamericanas, como se verá a continuación.

Es preciso señalar el tema del crecimiento dispar entre las unidades político-administrativas, ya que permite centrar la atención a ciertas áreas de las megaciudades, las periferias. Estos son espacios que experimentan mayor crecimiento –aunque no toda la periferia tiene el mismo crecimiento y desarrollo, también hay diferencias dentro de la periferia.

Otro factor importante que contribuyó al crecimiento de CDMX fue el económico. En las tres décadas comprendidas en este periodo, el país experimentó un crecimiento considerable, que tuvo como escenario la Zona Metropolitana de CDMX, principalmente.

⁶⁷ Algunos autores, como Negrete (2000) afirman que el proceso de expansión urbana hacia el norte de la Ciudad fue propiciado por la construcción de una de las más importantes vialidades con que cuenta la ciudad en dirección norte-sur: el Anillo Periférico.

El desarrollo y explosivo crecimiento se debió a que, a mediados del siglo, las más grandes ciudades de América Latina, incluida CDMX, fueron favorecidas por el modelo de Industrialización Sustitutiva de Importaciones (ISI). Hasta la década de 1970, estas ciudades jugaron un papel clave en sus países en diferentes aspectos, por ejemplo, mostraron una dinámica importante al atraer la mayor parte de las plantas manufactureras; concentraron al poder político a partir de un creciente aparato burocrático y un amplio sector de servicios, que, a su vez, las convirtió en las principales metrópolis con altos índices de primacía, como sucedió con CDMX.

Este proceso inhibió el crecimiento de ciudades vecinas, ya que la ciudad principal fue capaz de consolidar sus ventajas locacionales a través de sus altas tasas de crecimiento económico, su gran atracción de migrantes y mercado cautivo. En términos generales, el modelo se agotó a principios de los años ochenta, y los países optaron por el neoliberalismo, orientado a la exportación, comprometido con el libre comercio y las fuerzas del mercado (Aguilar, 2002: 123). Esto se analizará en la siguiente etapa.

Cabe destacar que al final de este periodo la economía mexicana y otras dimensiones de la sociedad comenzaron a encontrar límites. La falta de inversiones para la construcción de infraestructura, debido al gasto público ineficiente, provocó que entre 1970 y 1976 se suspendieran las obras de transporte público, específicamente del Metro (Negrete, 2000: 252). En su lugar, se abrieron ejes viales que estimularon el uso del automóvil, que tuvo como consecuencia mayor expansión de la ciudad y aumento en los contaminantes atmosféricos.

Cuarta etapa. La ciudad neoliberal (1980 – actualidad)

Esta etapa se caracteriza por el cambio en el modelo de desarrollo y las condiciones globales que impactan en la distribución y crecimiento territorial y demográfico de CDMX y, en general, de todas las ciudades latinoamericanas.

A finales de la década de los setenta y principios de los ochenta se adoptó un nuevo modelo de desarrollo en el mundo, el neoliberalismo. Los programas neoliberales en América Latina tienen a grandes rasgos las siguientes características:

1. Libre funcionamiento del mercado como el mecanismo más eficiente para asignar los recursos productivos.
2. Rápida e indiscriminada apertura de la economía nacional a los flujos de mercancías y capitales extranjeros, con el propósito de incorporar al país en la nueva división internacional del trabajo.
3. Reducción de la participación del Estado en la actividad económica, que implica equilibrio fiscal; la eliminación de cualquier tipo de política gubernamental que altere el equilibrio del mercado; la privatización de empresas y servicios públicos, así como la desregulación de actividades económicas.

4. Control y restricción de la circulación monetaria y elevación de tasas de interés, con el propósito de combatir la inflación.
5. Liberalización del precio de todos los bienes y servicios y eliminación de los subsidios generalizados al consumo.
6. Una “nueva cultura laboral” encaminada a flexibilizar las relaciones entre el capital y el trabajo, que requiere limitar la capacidad de los sindicatos para fijar salarios y prestaciones, eliminar los contratos colectivos de trabajo e incrementar la capacidad patronal para establecer salarios, prestaciones y condiciones laborales. (Ornelas, 2000: 47).

En el caso específico de México, la estrategia neoliberal emprendida ha tenido como uno de sus principales objetivos combatir la inflación. Inicialmente, la base teórica de la estrategia fue propiciada por organismos internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (FMI). Las acciones realizadas bajo la tutela de estas organizaciones únicamente consideraban restricciones a la demanda, lo que trajo consigo elevadas y persistentes tasas de desempleo, así como reducciones permanentes en los sueldos y salarios. En consecuencia, el desempleo y la continua caída de los ingresos de los trabajadores de CDMX y el campo son determinantes en la creciente pobreza que ha caracterizado el neoliberalismo en México (Ornelas, 2000: 48).

El cambio en el modelo ha tenido diversas consecuencias políticas, económicas, sociales y ambientales para el país. Destacan la reducción del PIB, la caída de los ingresos de los trabajadores, la pérdida del poder adquisitivo del salario mínimo, la inflación, el desempleo (al grado de que la economía informal produce un tercio del PIB nacional y, por tanto, proporciona tanto o más ocupación que la ofrecida en el sector formal) y la mayor extracción de recursos naturales.

A escala local, se habla de ciudad neoliberal, no porque haya inventado lo urbano y su compleja problemática, sino para comprender y revelar lo que sucede en la metrópoli: “...se trata de explicar cómo funciona la ciudad bajo las condiciones concretas del capitalismo en su fase actual de globalización y neoliberalismo” (Ornelas, 2000:57). En términos históricos, es importante saber qué efectos ha tenido el modelo actual en la ciudad, esto implica conocer cómo se ha organizado y ocupado el territorio en las ciudades para comprender y explicar adecuadamente lo que cambia en la ciudad y en la gestión urbana.

Se parte de la idea de que la ciudad se produce y consume como espacio, pero también como resultado material de cierta forma concreta de dominación política, económica y social, la cual tiene que ver con la manera de ocupación del espacio y su edificación. Por tal motivo, para caracterizar a CDMX en el contexto neoliberal parece necesario dividir el estudio en cuatro procesos cardinales: económico, territorial, demográfico y social⁶⁸.

⁶⁸ Cabe precisar que esta división de procesos tiene un fin meramente analítico, ya que un proceso está interrelacionado con otro (por ejemplo, el cambio en la dinámica económica de la ciudad se

Aspecto económico

El cambio de modelo (de industrialización por sustitución de importaciones a neoliberal) ha significado una transformación en la dinámica metropolitana de CDMX: “los cambios en el modelo tienden a redefinir la base económica de las ciudades; las ciudades, a su vez, reconfiguran sus patrones territoriales en relación con las nuevas condiciones productivas” (Aguilar, 2002).

Al estar funcionando en un contexto productivo muy diferente, CDMX ha pasado de tener como actividad principal la industria a dedicarse al sector terciario.

Por un lado, la industria se ha relocalizado en lugares clave para la economía global. En México, el empleo manufacturero se ubica en la frontera norte y en la región central del país (en las ciudades intermedias cercanas a CDMX).

Por otro lado, como parte de la tercerización de la economía urbana, CDMX ha experimentado un notable incremento en los servicios para la producción en la ciudad, vinculados a la inversión extranjera directa y a nuevas funciones de la ciudad global, que incluyen, servicios financieros, legales, inmobiliarios, publicidad, etcétera (Aguilar y Hernández, 2012: 213); generalmente caracterizados por ser de baja cualificación⁶⁹. Asimismo, gran parte de la población se ocupa en el sector informal (como parte de las consecuencias del modelo de desarrollo de generar desempleo para bajar la inflación); de acuerdo a la Organización internacional del Trabajo se estima que, durante el 2009, en México, el 34% del empleo no agrícola se concentró en el sector informal (ILO, 2012: 4). En 2012, CDMX tuvo una tasa de ocupación en el sector informal de 29% (INEGI, 2012)⁷⁰.

El patrón de distribución territorial de las actividades económicas urbanas ha propiciado el surgimiento de una estructura policéntrica regional. Esto se observa en la tendencia a la dispersión espacial de la actividad comercial: la localización en zonas periféricas de la actividad manufacturera, sobre todo al norte de la Ciudad y la concentración de los servicios en la zona central y primeros contornos⁷¹.

relaciona directamente con la distribución de la población en el espacio), como se verá a continuación.

⁶⁹ La pérdida en el dinamismo industrial y el crecimiento de actividades terciarias también significó para los trabajadores un deterioro en las condiciones laborales.

⁷⁰http://consulta.mx/web/images/Otros%20estudios/2013/20121212_INEGI_EMPLEO%20INFORMAL%20EN%20M%C3%89XICO.pdf

⁷¹ Esta dinámica económica-territorial tanto de dispersión como de concentración urbana propiciada por la fragmentación de los procesos productivos en el espacio, es denominada *centralidad metropolitana*, ya que, junto al tradicional centro y primeros contornos de la ciudad, surgen subcentros donde se realizan tareas productivas menos especializadas, que contribuyen a la expansión de las funciones centrales.

Aspecto territorial

Como se ha mencionado, actualmente CDMX se expande de forma policéntrica. El policentrismo puede definirse como un modelo de ciudad basado en la existencia de redes urbanas, las cuales sirven de apoyo a un modelo regional descentralizado que facilita los flujos metabólicos y con ello el desarrollo de todo el territorio⁷².

Una megaciudad se expande de manera policéntrica a través de la formación de nuevos centros y subcentros urbanos localizados en la periferia, que, siguiendo el patrón de red, tienden a ampliarse a lo largo de las principales carreteras y/o vías férreas en forma radial desde el centro de la gran ciudad. En los intersticios de este patrón surge una mezcla de usos del suelo en una región expandida, donde la agricultura tradicional se puede encontrar al lado de nuevos proyectos de vivienda urbana, parques industriales, desarrollos corporativos, sitios de recreación y toda clase de desarrollos suburbanos. De esta forma, surge una nueva arquitectura y configuración espacial del desarrollo metropolitano.

En el caso particular de CDMX, la expansión territorial policéntrica ha generado tres procesos espaciales distintivos:

En primer lugar, se encuentra la integración constante de un mayor número de municipios aledaños, que se incorporan al conglomerado funcional del complejo metropolitano como resultado de la marcada expansión; lo lleva a la formación de las periferias metropolitanas expandidas.

Las periferias metropolitanas expandidas es el segundo proceso característico de la dispersión territorial que experimenta la ZMVM. Éste se refiere a la formación de amplias franjas de subcentros urbanos situados más allá de la frontera metropolitana e influenciados por la ciudad central (Aguilar, 2002)⁷³. En la ZMVM se puede encontrar este caso en la región noreste de la Ciudad, con municipios cada vez más alejados que tienen altas tasas de crecimiento demográfico (esto se analizará más adelante en el aspecto demográfico).

En tercer lugar, se consolidan una serie de ciudades medias y pequeñas convertidas en nuevos polos de desarrollo urbano en sus propios territorios, pero que no dejan de formar parte de una red funcional alrededor de la gran ciudad. Esta red sigue la trayectoria de los principales ejes carreteros formando desarrollos lineales con una mezcla heterogénea de usos de suelo.

⁷² En los estudios de policentrismo hay un debate sobre la definición y tipología de lo que se entiende por este concepto, ya que existe una gran diversidad de interpretaciones dependiendo de la base que se tome (regional o local) [REVISAR, AGUILAR 2006]. Sin embargo, la definición descrita señala los elementos principales del modelo policéntrico.

⁷³ Varios factores influyen los vínculos entre los subcentros y el núcleo central, especialmente la infraestructura carretera y la disponibilidad de suelo predominantemente plano.

La constitución de sistemas urbanos altamente integrados que estrechan sus vínculos productivos y laborales, representan una mayor concentración de estructuras y relaciones complejas. En otras palabras, se incrementa la división social del espacio metropolitano, lo que a su vez implica un aumento en la intensidad del metabolismo de la megaciudad. En el caso de la ZMVM los corredores urbanos que destacan están ubicados en las carreteras hacia las ciudades de Querétaro y Pachuca.

Es de notar que los subcentros constituyen un papel significativo en la estructura policéntrica, por tanto, desempeñan varias funciones como núcleos urbanos emergentes, que de una u otra manera sirven para mantener el modelo de desarrollo. En CDMX las funciones de los subcentros periféricos se caracterizan por abastecer de mano de obra barata en un amplio rango de actividades económicas urbanas benéficas para la ciudad central. Asimismo, los subcentros se utilizan como ciudades dormitorios o satélites de la gran ciudad, las cuales se distinguen por estar muy alejadas de la ciudad central (debido a que el suelo es más barato) y por tener una mala calidad las viviendas y deficiente dotación de servicios. Todo esto en un contexto de una inexistente planeación urbana que impacta en el flujo metabólico del lugar y que propicia un alto grado de segregación socioespacial metropolitano.

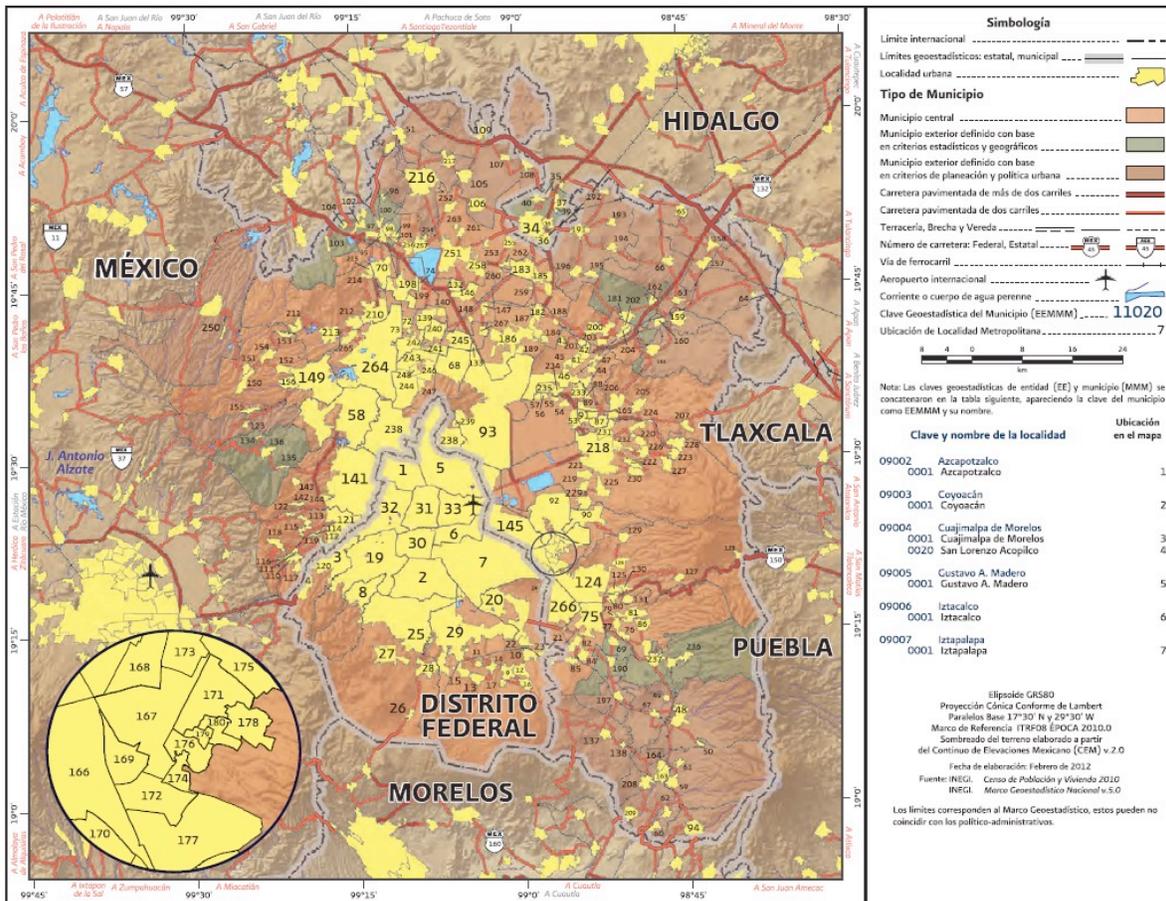
El crecimiento de los subcentros localizados en la periferia metropolitana de CDMX aumentó significativamente en la década de los ochenta como parte de los ajustes en el modelo de desarrollo; esto implicó la más dramática expansión territorial que hubiera tenido la ciudad⁷⁴. En la primera mitad de los ochenta, se incorporaron 14 nuevas municipalidades, lo que representó casi un millón de habitantes adicionales. Para 1990, se sumaron 10 municipios, que en números absolutos implicaron medio millón de habitantes más. En 2000 se integraron 9 municipalidades, esto es 650 mil habitantes (Aguilar, 2002).

Con el incremento en la incorporación de municipios, la ZMVM se ha ido dispersando cada vez más. En la actualidad, está constituida por las 16 alcaldías de CDMX, 59 municipios del Estado de México y Tizayuca, municipio de Hidalgo (Véase figura 9)⁷⁵.

⁷⁴ El carácter metropolitano de la ZMVM se reconoció desde los años sesenta y para 1970 se elaboró una de las primeras delimitaciones de dicha área, la cual incluía 15 delegaciones del Distrito Federal y 8 municipios del Estado de México. A partir de ese momento la expansión metropolitana continuó incorporando municipios adyacentes prácticamente sin interrupción (Aguilar, 2002).

⁷⁵ En 1960, había 12 zonas metropolitanas en el país; en 1980, 26; en 1990, 37; en 2000, 55; y en 2005: 56 (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2012: 15). Para 2010, el país contaba con 59 zonas metropolitanas, esto es 63.8 millones de habitantes viviendo en zonas metropolitanas (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2012: 15). Es preciso mencionar que los datos no son totalmente comparables debido a las distintas fuentes, sin embargo, dan una idea del crecimiento de las zonas metropolitanas en el país.

Figura 9. Zona Metropolitana del Valle de México.



Fuente: SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2012b: 70.

De acuerdo al último censo de 2010, la población total de la Zona Metropolitana del Valle de México era de 20, 116,842 habitantes. La población de CDMX era de 8, 851,080 habitantes, 11, 168,301 los habitantes de los municipios del Estado de México y 97,461 pertenecientes a Tizayuca (INEGI, 2011)⁷⁶. Su superficie era de 7, 866.1 km² (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2012b: 38). La tasa de crecimiento anual de la ZMVM fue de 0.9% de 2000 a 2010. De 1990 a 2000 fue de 1.7 %. (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2012b: 38).

Su densidad media urbana era de 160.1 hab/ha (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2012b: 38). Sin embargo, varía dependiendo de la zona, en el Distrito Federal, es de 5,920.5 habitantes por km² (INEGI, 2011: 8), en el Estado de México es de 679 habitantes por km²⁷⁷ (INEGI, 2011b: 14) y en Tizayuca 1,269 habitantes por km² (INEGI, 2011c: 148) (véase cuadro 5). No

⁷⁶ INEGI. (2011). Cuaderno Estadístico de la Zona Metropolitana del Valle de México [En línea: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cezm11/estatal/default.htm> Última consulta 12 de mayo de 2014].

⁷⁷ La densidad del Estado de México es el promedio de los municipios lo conforman.

obstante, como se verá a continuación, es prescindible tener cuidado al generalizar tanto las tasas de crecimiento como la densidad.

Cuadro 5. Extensión del tejido urbano y la densidad de población en la ZMVM, 1900-2010.

Año	Tejido urbano (ha.)	Población total	Densidad (hab/ha.)
1900	2,714	344,721	127
1950	22,989	2,952,199	128
1960	47,070	5,125,447	109
1970	68,260	8,623,157	126
1980	107,973	12,994,450	120
1990	130,549	15,274,256	117
1995	146,034	16,920,332	116
2000*	781,500	18,396,677	170
2005*	785,400	19,239,910	166
2010*	786,610	20,116,842	160

* De 1900 a 1995 Garza, Gustavo (2000) *“Ámbitos de la expansión territorial”* en Garza, Gustavo (Coord.) *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*, El Colegio de México, Gobierno del Distrito Federal, México. P. 242.

* De 2000, 2005 y 2010: SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2004: 31; SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2007: 34; SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2012b: 38.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Garza (2000) y SEDESOL, CONAPO, INEGI (2004, 2007, 2012).

Aspecto demográfico

Desde la década de los noventa hasta la actualidad, el crecimiento de la ZMVM no ha sido igual, la tasa de crecimiento de la ciudad ha disminuido y las tasas de la zona periférica han aumentado. Esto lleva a tomar los datos de crecimiento de las megaciudades de manera cautelosa, ya que el crecimiento es particular de las periferias, que en general se caracterizan por ser asentamientos irregulares, con falta de servicios y alto grado de vulnerabilidad, situación que se exacerbará con los efectos del cambio climático.

“La evidencia reciente muestra que la expansión metropolitana está adquiriendo una forma diferente a aquella del pasado reciente. Esto es, las tasas de crecimiento en las grandes ciudades en general se han desacelerado en las tres últimas décadas, la concentración económica persiste en un alto grado, y la expansión metropolitana continúa incorporando nuevos municipios adyacentes” (Aguilar, 2002: 122-123).

Es necesario precisar que la reducción en las tasas de crecimiento poblacional en el centro es característica del modelo de crecimiento metropolitano, donde se observa una dicotomía entre la ciudad preeminente y las zonas que se van incorporando a ella, según la cual la primera pierde importancia económica y demográfica, y las ciudades medianas o

áreas de influencia la ganan. Sin embargo, habría que considerar que la preponderancia de CDMX se mantendrá a lo largo de varias décadas y los procesos de urbanización metropolitanos y megalopolitanos serán cada vez más complejos (Garza y Damián, 1991: 28).

La disparidad en el ritmo de crecimiento urbano al interior de la ZMCM, se puede observar a partir del lento crecimiento que tiene el Distrito Federal. En el periodo 2000-2010, la tasa de crecimiento medio anual fue de 0.3%; las delegaciones con mayor crecimiento fueron Magdalena Contreras (2.9%), Cuajimalpa (2%) y Tláhuac (1.7); las delegaciones con menor crecimiento fueron Iztacalco (-0.7%), Venustiano Carranza (-0.7%) y Azcapotzalco (-0.6%). Es de notar que las dos delegaciones que mayor crecimiento tienen, Magdalena Contreras y Tláhuac, se encuentran en el sur oriente de ciudad y las dos que tienen menor crecimiento se localicen al noreste. Véase el cuadro 6.

En cuanto a los municipios del Estado de México, los que registran mayor promedio de crecimiento fueron Huehuetoca (9.7%), Chicolalpan (8.2%) y Acolman (8.1%); los de menor crecimiento fueron Jaltenco (-1.8%), Nezahualcóyotl (-1%) y Tlalnepantla de Baz (-0.8%). Estos datos dan cuenta que la periferia tampoco se puede generalizar el ritmo de crecimiento, ya que la zona periférica tampoco crece de manera igual.

Resalta el hecho de que los municipios que en el periodo 1990-2000 tenían tasas de crecimiento por arriba del 5% (e. g. Atenco (5%), Coacalco (5.2%), Ixtapaluca (8.1%), Jilotzingo (5.3%), Nextlalpan (6.1%) Temamatla (5.2%), Tultepec (7.1%), Tultitlán (5.8), hayan disminuido sus tasas.

Al realizar un análisis comparativo entre los municipios con alto ritmo de crecimiento en el periodo 1990-2000 y 2000-2010, se nota que, en el primer periodo, la ubicación de los municipios era dentro de la periferia metropolitana, es decir, a las afueras del Distrito Federal, hoy CDMX. Por otro lado, en el periodo 2000-2010 se observa que los municipios se localizan más lejos que los del primer periodo; esto es, el crecimiento demográfico muestra una tendencia centrífuga hacia la periferia metropolitana expandida. Es indudable que un proceso de urbanización acelerada y a gran escala, en términos de desarrollos residenciales e industriales, que está teniendo lugar en dichos municipios.

Como se puede apreciar a partir de los datos, la distribución del crecimiento demográfico no es uniforme en el territorio de la ZMVM, las más altas tasas de crecimiento se registran en una amplia franja hacia el noreste. Esta marcada e intensa metropolización hacia el norte y el oriente de la ciudad se encuentra vinculada a aspectos físicos que son favorables para el crecimiento (por ejemplo, el relieve es más plano⁷⁸) y económicos (los municipios que

⁷⁸ No obstante, la traza urbana continua desde las delegaciones centrales hasta los municipios Naucalpan, Tlalnepantla, Ecatepec, Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán Izcalli, se puede observar una interrupción debido a la sierra Guadalupe. Además, hacia el oriente y los municipios más al norte encuentran discontinuidades, cada vez en menor medida, debido a la existencia del lago de Texcoco,

muestran alto crecimiento demográfico se ubican en la parte noreste de la ZMVM, lo que coincide con la ubicación de las actividades manufactureras)⁷⁹. Véase la figura 9.

Los demográficos de la ZMVM como la caída del crecimiento en la ciudad central (CDMX) y el fuerte incremento de la periferia en el Estado de México debido al crecimiento acelerado de la periferia metropolitana expandida, se pueden explicar por varios factores: las crisis y la inestabilidad económica que redujeron la generación de empleo manufacturero; las políticas de desconcentración que iniciaron en los años setenta y el estímulo del crecimiento de ciudades intermedias. Diversos autores también explican el crecimiento negativo de la ciudad por los altos niveles de contaminación atmosférica, el terremoto de 1985 y el deterioro de la vida en general.

Cabe mencionar que esta forma de crecimiento de la ciudad propicia una mayor intensidad de flujos de materiales, energía y personas hacia cierta área de la metrópoli, ya que la mayoría de las personas trabajan en la zona central de la ciudad y regresan a la periferia noreste donde se localizan sus hogares. Esto genera un efecto péndulo que se traduce en el incremento en la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos.

Cuadro 6. Superficie, población y densidad de la ZMVM.

Delegación o municipio	Superficie (km ²)	Superficie urbana (km ²)	Población	Densidad (hab/ha)	Tasa de crecimiento medio anual (%)	
					1990-2000	2000-2010
ZMVM	7866.1	2302.98	20 116 842	160.1	1.7	0.9
DISTRITO FEDERAL	1 494.6	792.37	8 851 080	59.2	0.4	0.3
Azcapotzalco	33.5	33.52	414 711	189.0	-0.7	-0.6
Coyoacán	53.9	53.92	620 416	194.4	0.0	-0.3
Cuajimalpa de Morelos	71.5	32.51	186 391	89.5	2.4	2.0
Gustavo A. Madero	87.9	87.91	1 185 772	200.2	-0.3	-0.4
Iztacalco	23.1	23.1	384 326	210.4	-0.9	-0.7

otras sierras y lomeríos y tierras ejidales como el distrito de riego 88 al sur de Tecámac. Las discontinuidades van formando pequeños centros urbanos segregados en la periferia, que presentan grandes diferencias expresadas en el nivel de integración al área urbana y dotación de infraestructura, equipamiento y servicios. Así, se tiene un área metropolitana urbanística, territorial, social y económicamente muy desigual.

⁷⁹ En términos de planeación urbana, es necesario identificar los lugares con alto atractivo que expliquen los detonantes de las nuevas configuraciones espaciales, tales como los desarrollos inmobiliarios residenciales, corredores industriales. Y no menos importante identificar los territorios rezagados que dan cuenta de la estratificación socioespacial periférica.

Iztapalapa	113.2	113.17	1 815 786	215.4	1.8	0.2
La Magdalena Contreras	63.4	18.2	239 086	162.3	1.3	0.7
Milpa Alta	298.2	27.11	130 582	47.3	4.3	2.9
Álvaro Obregón	95.9	69.77	727 034	193.5	0.7	0.5
Tláhuac	85.8	37.2	360 265	135.8	3.9	1.7
Tlalpan	314.5	93.16	650 567	119.9	1.9	1.1
Xochimilco	114.1	63.31	415 007	93.8	3.2	1.1
Benito Juárez	26.7	26.7	385 439	157.1	-1.2	0.7
Cuauhtémoc	32.5	32.52	531 831	215.6	-1.4	0.3
Miguel Hidalgo	46.4	46.39	372 889	186.7	-1.4	0.5
Venustiano Carranza	33.9	33.86	430 978	209.5	-1.2	-0.7
ESTADO DE MÉXICO						
Acolman	86.9	34.1	136 558	78.8	3.6	8.1
Amecameca	176.2	9.49	48 421	45.9	2.2	0.7
Apaxco	75.7	6.76	27 521	40.3	2.5	1.4
Atenco	87.7	9.1	56 243	52.1	5.0	4.9
Atizapán de Zaragoza	92.9	73.01	489 937	130.8	4.1	0.4
Atlautla	167.7	9.62	27 663	37.7	3.2	0.6
Axapusco	286.5	9.05	25 559	23.6	2.7	2.2
Ayapango	50.7	1.65	8 864	29.0	3.5	3.9
Coacalco de Berriozábal	35.0	22.08	278 064	161.2	5.2	0.9
Cocotitlán	14.8	2.22	12 142	52.3	2.4	1.7
Coyotepec	39.9	10.35	39 030	48.6	3.8	1.0
Cuautitlán	40.8	16.76	140 059	125.0	4.5	6.1
Chalco	225.2	50.29	310 130	96.5	-2.6	3.5
Chiautla	20.3	8.44	26 191	22.8	2.9	2.8
Chicoloapan	42.1	14.17	175 053	150.4	3.1	8.2
Chiconcuac	6.8	5.25	22 819	51.4	2.4	2.3
Chimalhuacán	54.5	48.01	614 453	159.1	7.4	2.2
Ecatepec de Morelos	156.2	129.04	1 656 107	164.6	2.9	0.2
Ecatzingo	53.2	6.33	9 369	11.2	3.2	1.6
Huehuetoca	119.8	19.32	100 023	76.8	4.2	9.7
Hueypoxtla	234.5	21.38	39 864	20.2	2.5	1.7
Huixquilucan	140.9	41.95	242 167	100.4	3.9	2.2
Isidro Fabela	79.7	1.14	10 308	17.6	4.7	2.3
Ixtapaluca	324.0	54.61	467 361	142.4	8.1	4.5
Jaltenco	4.7	4.69	26 328	157.7	3.4	-1.8
Jilotzingo	116.5	4.77	17 970	20.8	5.3	1.7
Juchitepec	132.5	3.31	23 497	72.7	2.9	2.1

Melchor Ocampo	14.0	9.62	50 240	65.9	3.8	2.8
Naucalpan de Juárez	157.9	80.23	833 779	192.8	0.9	-0.3
Nezahualcóyotl	63.3	51.45	1 110 565	226.8	-0.2	-1.0
Nextlalpan	61.0	10.01	34 374	31.3	6.1	5.6
Nicolás Romero	232.6	57.78	366 602	86.5	3.9	3.0
Nopaltepec	82.6	5.77	8 895	15.8	3.7	1.7
Otumba	141.9	11.91	34 232	22.0	2.9	1.6
Ozumba	47.5	6.57	27 207	46.1	2.7	1.4
Papalotla	3.2	2.18	4 147	19.4	3.8	1.7
La Paz	36.6	28.23	253 845	134.7	4.7	1.7
San Martín de las Pirámides	69.9	3.48	24 851	43.0	3.8	2.3
Tecámac	156.9	60.85	364 579	98.2	3.5	7.5
Temamatla	29.2	1.85	11 206	37.2	5.2	2.3
Temascalapa	164.6	15.15	35 987	21.7	4.4	2.0
Tenango del Aire	38.0	1.86	10 578	41.0	3.2	2.2
Teoloyucan	31.0	16.43	63 115	44.2	4.8	-0.5
Teotihuacán	83.2	13.86	53 010	37.1	3.9	1.7
Tepetlaoxtoc	178.5	11.48	27 944	15.5	3.5	2.0
Tepetlixpa	43.1	8.24	18 327	32.2	2.9	0.8
Tepotzotlán	207.1	30.36	88 559	55.4	4.7	3.5
Tequixquiac	122.5	22.38	33 907	18.7	3.1	1.8
Texcoco	428.1	78.7	235 151	45.9	3.8	1.4
Tezoyuca	16.5	10.86	35 199	37.0	4.3	6.2
Tlalmanalco	160.2	9.22	46 130	53.5	2.6	0.8
Tlalnepantla de Baz	80.4	70.7	664 225	155.4	0.3	-0.8
Tultepec	24.7*	16.58	91 808	84.7	7.1	-0.2
Tultitlán	70.8	50.11	524 074	155.6	5.8	1.9
Villa del Carbón	303.4	9.79	44 881	21.6	3.4	1.6
Zumpango	223.6	43.68	159 647	45.0	3.4	4.7
Cuautitlán Izcalli	110.1	91.64	511 675	126.5	3.4	1.2
Valle de Chalco Solidaridad	46.6	27.26	357 645	158.7	n.a.	1.0
Tonanitla	9.0	2.12	10 216	56.4	n.a.	n.a.
HIDALGO						
Tizayuca	76.8	33.39	97 461	57.5	4.4	7.5

Datos de superficie, población y densidad SEDESOL, CONAPO, INEGI 2012: 73-75

Datos de superficie urbana: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9#R>
INEGI, 2013. Perfil sociodemográfico de los Estados Unidos Mexicanos

*De acuerdo con los datos de SEDESOL, CONAPO, INEGI 2012. Tultepec tiene una superficie de 15.6 km², sin embargo, en INEGI, la superficie urbana dice ser de 16.58 km². En la página de la localidad dice que la superficie total es de 27.4 km². Se toma esta última cifra

<http://www.tultepec.gob.mx/municipio-localizacion.html>

n.a. No aplica porque el municipio se creó posterior a esta fecha.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de distintas fuentes.

En cuanto a la densidad de la ZMVM, se observa que en años recientes ha habido una disminución, derivada de la creciente expansión física hacia los municipios periféricos del Estado de México e Hidalgo. La densidad media urbana de la ZMVM era de 160.1 hab/ha (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2012b: 38). Sin embargo, al igual que en las tasas de crecimiento, la densidad no es igual en toda la superficie metropolitana; existen diferencias tanto en la ciudad central como en la periferia, así como al interior de cada una de ellas.

En CDMX, la densidad era de 59.2 hab/he. Las delegaciones, hoy alcaldías, con mayor densidad eran Iztapalapa (215.6 hab/he), Cuauhtémoc (215.6 hab/he), Iztacalco (210 hab/he) y Venustiano Carranza (209.5 hab/he). Sobresale que estas dos últimas delegaciones se encuentran dentro de las que tienen las menores tasas de crecimiento (-0.7%). Las delegaciones con menor densidad eran Milpa Alta (47.3 hab/he), Cuajimalpa (89.5 hab/he) y Xochimilco (93.8 hab/he)⁸⁰. Véase el cuadro 6.

En el Estado de México la densidad era de 75 hab/he⁸¹, los municipios más densos son Nezahualcóyotl (226 hab/he), Naucalpan (192 hab/he), Ecatepec (164 hab/he) y Coacalco (161.2 hab/he). Al igual que en la ciudad central, los dos municipios más densos están teniendo tasas de crecimiento demográfico negativo. Los municipios menos densos son Ecatzingo (11.2 hab/he), Tepetlaoxtoc (15.5 hab/he) y Nopaltepec (15.8 hab/he).

En el caso de Tizayuca, la densidad era bastante baja, 57.4 hab/he.

Las diferencias en las densidades se derivan de factores como el uso de suelo prevaleciente, el tipo de equipamiento urbano existente (por ejemplo, la existencia de parques), la ubicación de la unidad política dentro del tejido urbano metropolitano, entre otras.

Aspecto social

Los efectos sociales en la ciudad del modelo neoliberal han resultado en el aumento de la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad de los habitantes; así como en la segregación⁸², deterioro, dispersión y fragmentación de la vida en las ciudades⁸³.

⁸⁰ Las bajas densidades de estas delegaciones se pueden explicar porque la mayor parte de su territorio es rural y las densidades se refieren al área urbana. Véase el cuadro 6.

⁸¹ Dato de la población total del municipio entre la superficie urbana. La densidad de todo el estado era de 67 hab/he (INEGI, 2011b: 14).

⁸² La segregación hace referencia a un proceso mediante el cual se agrupan, en determinadas partes del territorio de la ciudad, personas y actividades afines en lo social y lo económico.

⁸³ Además del aumento en la inseguridad y la violencia.

El repliegue del Estado en la provisión de los principales servicios urbanos y en la planeación urbana ha significado el abandono de las necesidades de vivienda, transporte y equipamiento social de la población. En su lugar, el Estado concentra sus inversiones en aquellas funciones urbanas necesarias para el funcionamiento del polo dominante, es decir, del capital. En este sentido, “se estimula la inversión privada en diversos proyectos, donde el gobierno es socio del capital privado, o bien, éste desplaza a los aparatos gubernamentales en la organización del territorio, proceso que se hace altamente lucrativo y que, para serlo, tiene que referirse, casi exclusivamente, a los sectores de más altos ingresos, excluyendo a la mayoría de la población” (Ornelas, 2000: 59).

Esto, por supuesto, produce y reproduce la segregación socioespacial a partir de la disposición de servicios urbanos, ya que mientras los sectores populares mayoritarios están imposibilitados para adquirir en el mercado los servicios públicos, los grupos de elevados ingresos los obtienen con creces, lo cual provoca una aguda diferenciación en la calidad y cantidad de los servicios urbanos disponibles. (Ornelas, 2000: 61). Se puede explicar este proceso de inequidad al acceso de servicios desde la perspectiva de la *ecología política urbana*, que resalta cómo las condiciones materiales de las ciudades controlan y sirven a los intereses de las clases altas a expensas de la población marginal⁸⁴.

Emisiones de GEI en la Ciudad de México

Según estimaciones de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, nuestro país emite 711.6 millones de toneladas de CO₂ equivalente (SEMARNAT-INE, 2009), lo que significa que la ZMVM aporta el 7.7% de estas emisiones. (Inventario de emisiones de la ZMVM, 2010:18)

De acuerdo con este inventario, la ZMVM, integrada por 16 alcaldías de CDMX y 59 municipios del Estado de México (GODF, 2006), generó anualmente 54.7 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono, (Inventario de emisiones de la ZMVM, 2010:18). Se estima que se produjeron 43.6 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), 397 mil toneladas de metano (CH₄) y 3.9 mil toneladas de óxido nitroso (N₂O), que equivalen a 54.7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Los sectores que se consideraron fueron industria, servicios y comercios, habitacional, fuentes móviles, ganadería, disposición de residuos y otras fuentes.

⁸⁴ En términos generales, la ecología política urbana examina el impacto de las relaciones de poder en los flujos urbanos metabólicos.

Cuadro 7. Emisiones equivalentes de GEI por sector, ZMVM 2010.

Sector	Emisiones de GEI [toneladas de CO ₂ -equivalente/año]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Industrial	11,899,876	12,425	4,470	11,916,771
Servicios y comercios	845,392	1,755	596	847,743
Habitacional	4,539,236	14,925	2,980	4,557,141
Fuentes móviles	22,428,222	63,950	452,960	22,945,132
Ganadería	N/A	328,749	11,920	340,669
Disposición de residuos	859,943	9,353,025	N/S	10,212,968
Otras fuentes*	3,044,400	169,300	694,936	3,908,636
Total	43,617,069	9,944,129	1,167,862	54,729,060

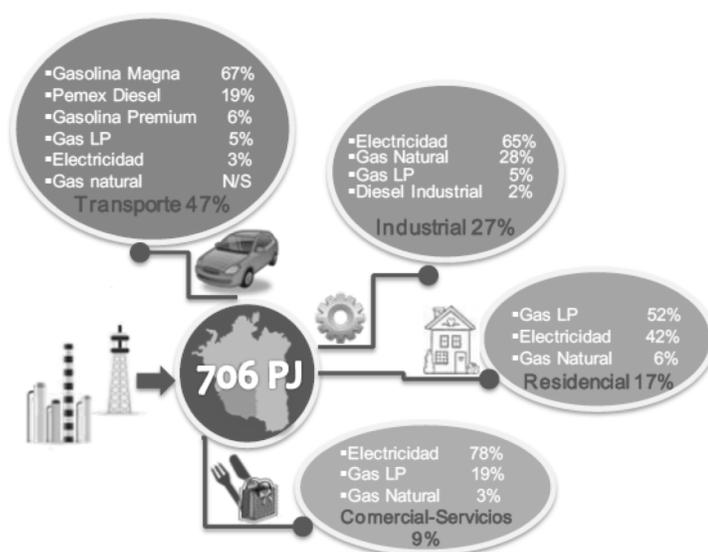
*Las emisiones de GEI y CN por otras fuentes se presentan en el Anexo

Fuente: Inventario de emisiones de la ZMVM, 2010:18.

Cabe mencionar que el cálculo de las emisiones en la ZMVM es un tanto conservador, ya que únicamente se basa en emisiones directas. Es altamente probable que, si se toman en cuenta las emisiones indirectas, que incluyen las emisiones del stock de la ciudad y otras emisiones que se generan para mantener el flujo de materiales y energía en la ciudad, la cifra de 54.7 millones de CO₂eq aumente.

Las emisiones generadas están vinculadas al consumo de energía, la cual proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles. En el caso de la ZMVM, se consumieron 706 Petajoules de energía para satisfacer las demandas de la población (ver Figura 1). El principal sector consumidor de energía es el transporte 47%, la industria 27%, residencial 17% y comercio y servicios 9%.

Figura 10. Consumo energético por sector, ZMVM 2010.



Fuente: Inventario de emisiones de la ZMVM 2010.

El consumo y la generación de GEI de los sectores transporte y residencial se relacionan con el modo de crecimiento de la ciudad, y, por tanto, con el flujo urbano de materiales y energía.

La vivienda representa uno de los sectores con mayor consumo de gas licuado de petróleo, utilizado principalmente en actividades cotidianas como la cocción de alimentos y el calentamiento de agua, sumando a lo anterior, la demanda de grandes cantidades de energía eléctrica para la iluminación y el uso de electrodomésticos (Inventario de emisiones de la ZMVM, 2010:13). En el año 2010, la ZMVM contaba con más de cinco millones de viviendas, de las cuales el 47% (2.4 millones) se ubican en CDMX y el resto en los 59 municipios conurbados del Estado de México (INEGI, 2011). En promedio, el 98% de las viviendas ubicadas en la ZMVM cuenta con electricidad y consume algún tipo de combustible fósil para satisfacer sus necesidades.

El consumo de combustible del sector residencial en la ZMVM es de 71 PJ, de los cuales, 33 PJ son utilizados en el calentamiento de agua para el aseo personal, ya que, según la Asociación Nacional de Energía Solar, el 46% del consumo de combustible en este sector se destina al calentamiento de agua para las duchas (ANES, 2006). Lo anterior corresponde a un consumo per cápita de 1,654 GJ/persona-año y las emisiones promedio asociadas por dicho consumo son de 105 kg de CO₂ eq/persona-año (Inventario de emisiones de la ZMVM, 2010:37).

Es importante notar que las medidas para la reducción de emisiones en el sector vivienda se enfocan en el cambio a en las tecnologías *verdes* como el uso de calentadores de agua solares e iluminación eficiente de energía, pero no toman en cuenta que la ubicación de las viviendas determina en gran medida el flujo de materiales y energía, así como las emisiones de GEI.

En cuanto a la distribución espacial de las emisiones también está ligado con la forma en que se ha desarrollado la ciudad, ya que, como se aprecia en el apartado anterior, la ubicación de la vivienda, la construcción de la red vial y la relocalización de las actividades económicas en la ciudad tienen un rol importante. En este sentido, se generan más emisiones en las áreas urbanas con alta intensidad vial como resultado de la movilización de la población hacia centros de trabajo, debido a que generan y atraen viajes (por ejemplo, algunas zonas con alta emisión están asociadas con sector industrial al norte de la Ciudad).

2.2 Vulnerabilidad socioclimática en la Ciudad de México

La segunda forma en que se relaciona la CDMX con el cambio climático es por la vulnerabilidad ante los riesgos del cambio de clima. Como ya se ha observado las características físicas, sociales, políticas y económicas que tiene CDMX, determinan en gran

medida la cantidad de emisiones de GEI. Esas mismas características son las que establecen el grado de vulnerabilidad de este espacio.

De acuerdo con el IPCC (2014) la vulnerabilidad se define como la predisposición a ser severamente afectado. Este concepto incluye elementos como susceptibilidad al daño y falta de capacidad para enfrentar y adaptarse. Asimismo, para el análisis de la vulnerabilidad se tienen que describir conceptos como peligro, exposición, impacto, riesgo y resiliencia.

La vulnerabilidad de un asentamiento tiene dos aspectos, los biofísicos y los sociales.

Con el aumento de las emisiones de GEI y el consiguiente calentamiento global, el ciclo hidrológico será más intenso, en consecuencia, aumenta la probabilidad de eventos extremos de lluvia. En la ZMVM, las amenazas de tipo hidrometeorológico son las lluvias torrenciales o trombas, las inundaciones, los vientos de alta velocidad, granizadas, nevadas, heladas, olas de calor y sequías prolongadas (estas últimas propician el incremento en el número de incendios forestales) (Plan de Acción Climática, 33).

En cuanto a la temperatura, en CDMX se registra un cambio de 14 a 18°C en cien años, es decir, ha aumentado casi 4°C. Este cambio se puede explicar por la rápida urbanización de la Ciudad que implica la asphaltización del suelo y el uso de materiales en la construcción de edificaciones que guardan más el calor.

Asimismo, los cambios en el uso de suelo, que llevaron al Valle de México a cambiar la vegetación por estructuras de concreto, han conducido a la formación del “efecto isla de calor”, en donde los incrementos en la temperatura resultantes son de entre 2°C y 3°C (Jáuregui, 2003). Las burbujas de aire tibio que envuelven a las urbes de concreto, acero y cristal, terminan constituyendo una condición de fondo a la cual se suma el calentamiento global.

Diversos análisis muestran que el aumento de la temperatura viene aparejado con incremento en el número de ondas de calor. La ocurrencia de ondas de calor tiene impactos en la calidad del aire, en la descomposición de alimentos y en la salud, así como en la condición de estrés hídrico de los bosques que rodean a CDMX (SEDEMA, 2012a: 34). Las ondas de calor en CDMX se presentan principalmente en los meses de primavera, período en el cual se incrementan los incendios forestales en las zonas que rodean a la ciudad.

Los periodos secos afectan también la disponibilidad de agua en CDMX. En la ciudad este recurso está sometido a una gran presión, ya que la demanda es mucho mayor que la disponibilidad. Por esta razón, parte del agua que se consume debe provenir de fuera de la urbe, lo que significa que los cambios en el clima en las cuencas del Cutzamala y otros ríos tendrán un efecto directo en el agua de la ciudad.

El cambio climático puede afectar la calidad del aire en CDMX. En los periodos secos es de esperarse que la estabilidad atmosférica aumente y, con ello, disminuya la capacidad de

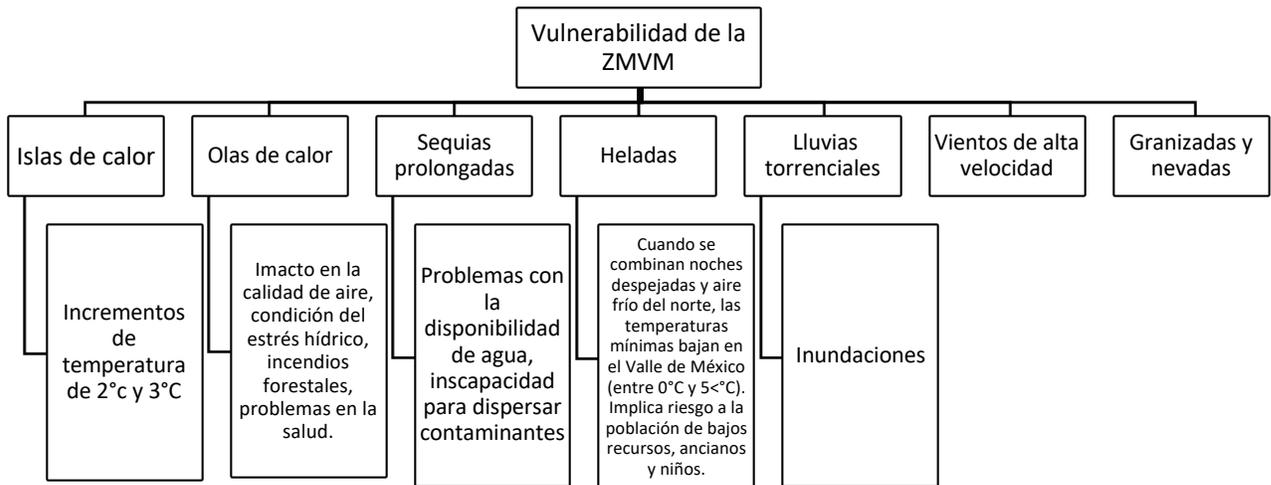
dispersar contaminantes, por lo que pueden aumentar las afecciones de tipo respiratorio (SEDEMA, 2012a: 35).

Durante el invierno ha habido un ligero aumento en las temperaturas mínimas, lo cual no impide la ocurrencia de heladas con temperaturas cercanas a los 0°C. El frío de la madrugada se debe por lo general a la pérdida de calor por radiación en noches despejadas. Cuando se combinan noches despejadas y aire frío del norte, las temperaturas mínimas bajan en el Valle de México (entre 0°C y 5<°C), y ponen en riesgo la salud de la población, principalmente la de los habitantes de bajos recursos, la de los ancianos y la de los niños.

La condición de frío entre noviembre y enero puede producir brotes de enfermedades respiratorias entre la población capitalina, porque la ventilación de la ciudad puede ser mala (después del paso de un frente frío) y la ocurrencia de inversiones térmicas agrava los niveles de contaminación.

Es de notar que las transformaciones que habrá la ciudad con el cambio de clima, tendrán consecuencias en la demanda de servicios (por ejemplo, al aumentar la temperatura se consumirá más electricidad en aire acondicionado). Es por esta razón que la adaptación jugará un papel importante en la reducción de la vulnerabilidad; sobre todo en los sectores que son vulnerables actualmente y que aumentará su situación de riesgo con la aparición de los eventos extremos.

Figura 11. Vulnerabilidad de la ZMVM



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012.

2.3 Políticas públicas de mitigación y adaptación de la Ciudad de México

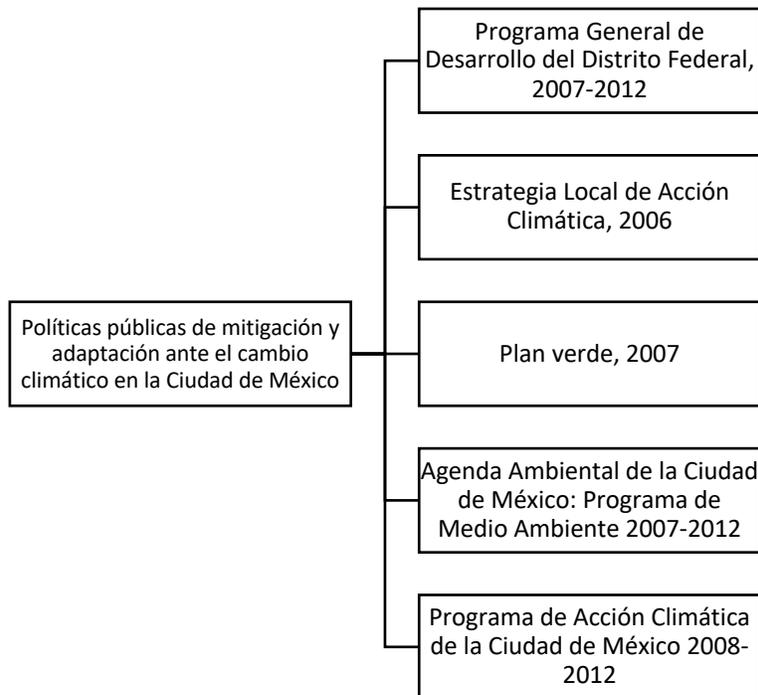
Como se mencionó, uno de los vínculos entre CDMX y el cambio climático es a partir de las políticas públicas formuladas tanto para mitigar las emisiones de GEI como para adaptarse a los efectos del cambio de clima.

Las políticas de cambio climático en la ciudad se encuentran enmarcadas en los acuerdos internacionales y en las políticas a escala nacional.

A escala de la ciudad se han formulado políticas tanto de cambio climático como de desarrollo sustentable. Para el periodo que abarca esta investigación, se encontraban el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal, el Plan Verde, el Programa de Acción Climática, La Agenda Ambiental de la Ciudad de México: Programa de Medio Ambiente 2007-2012 y la Estrategia Local de Acción Climática de la Ciudad de México, y las demás leyes, reglamentos, programas, planes y políticas del Distrito Federal. A escala local, es decir, de las alcaldías, existen los programas de acción climática, el grueso a penas aprobados en 2017.

También estaban el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y Programa de Manejo Sustentable del Agua en la Ciudad de México.

Figura 12. Políticas Públicas de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático en la Ciudad De México.



Fuente: Elaboración propia.

La agenda ambiental del Distrito Federal se encuentra fundamentada en el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal, se plantean siete ejes estratégicos; en el eje 6 titulado Desarrollo sustentable y de largo plazo, se señala que el gobierno tiene como compromiso la conservación y protección del medio ambiente, así como el manejo eficiente y sustentable de los recursos naturales.

En este eje se consideran problemáticas como: cambio climático y calentamiento global, calidad del aire, suelo de conservación, gestión ambiental del agua, residuos sólidos, energías renovables. Específicamente, el objetivo del eje de cambio climático es disminuir de manera acumulada, la emisión de 7 millones de toneladas de CO₂eq en 6 años. Para lograr este objetivo se diseñará el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México, a partir del impulso de proyectos de reducción de emisiones de GEI, eficiencia energética y captura de carbono y metano (GDF, 2007a).

En la Estrategia Local de Acción Climática de la Ciudad de México 2006 se plantean los puntos fundamentales para el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México. Entre las acciones planteadas por la estrategia destacan: el establecimiento de un inventario de emisiones de GEI para el Distrito Federal con base en la metodología del IPCC; la definición de una línea base de emisiones de GEI asociada al consumo de energía y la captura de carbono; la identificación de las medidas y acciones planteadas en el PROAIRE 2002-2010, que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI y la cuantificación de sus efectos; la identificación y valoración de los factores de vulnerabilidad de CDMX al cambio climático; el análisis de las tendencias de las emisiones de GEI y de los escenarios para CDMX; el análisis de la adaptabilidad de CDMX a los efectos del cambio climático y la identificación de medidas de adaptación.

En la Estrategia también se menciona la necesidad de formular políticas públicas integrales e interinstitucionales que privilegien la visión metropolitana. Asimismo, señalan la importancia de la sensibilización y concientización de la ciudadanía y su participación en la construcción y acciones en la agenda ambiental.

El Plan Verde es un instrumento (de mediano plazo, 15 años) que contiene las estrategias que el gobierno de la CDMX debe tomar para llevar a la ciudad a la sustentabilidad de su desarrollo, a través del trabajo y colaboración multisectorial.

Los temas que abarca el Plan Verde incluyen: Suelo de Conservación; habitabilidad y espacio público; agua; movilidad; aire; residuos; y energía y cambio climático. En materia de energía y cambio climático el Plan Verde se propone “reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, impulsar y fortalecer el mercado de las energías renovables y realizar acciones de adaptación al cambio climático para la población” (SEDEMA, 2010).

En el Plan verde se marca como objetivo la elaboración de un Programa de Acción Climática para el Distrito Federal; así como apoyar acciones de los planes de movilidad, agua, aire, espacio público, residuos y energía que reeditúan en la disminución de emisiones de gases

de efecto invernadero. Además, señala la necesidad de reducir la vulnerabilidad del Distrito Federal ante el cambio climático y contar con medidas de adaptación para la población.

La Agenda Ambiental de la Ciudad de México: Programa de Medio Ambiente 2007-2012, es un marco de planeación en el que se integran las políticas públicas en materia ambiental para el Distrito Federal. Su formación se basa en las políticas planteadas en el eje 6 del Programa General de Desarrollo del Distrito Federal, así como lo establecido en el Plan Verde. Esta política pretende integrar las acciones de los diferentes sectores.

El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012 tiene como objetivo “integrar, coordinar e impulsar acciones públicas en el Distrito Federal para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático y promover el bienestar de la población mediante la reducción de emisiones y la captura de gases de efecto invernadero. Este programa tiene una vigencia de cinco años. Las políticas que implementa para la emisión de GEI y adaptarse al cambio climático se enfoca en los sectores energía, transporte, edificios, industria, agricultura, bosques y manejo de residuos.

Cabe mencionar que las medidas para mitigar el cambio climático se basan en el mito de la tecnología verde de cambio de aparatos viejos por nueva tecnología más eficiente. Sin embargo, tales aumentos en la eficiencia energética y material no implican la reducción del consumo de energía y materiales (y de generación de residuos) en el sistema económico en su conjunto. Por el contrario, con el aumento de ventas de la tecnología verde, se aumentará su consumo, lo que repercutirá en los ciclos de producción. En otras palabras, se produce tecnología más eficiente por unidad productiva pero un incremento en su consumo total resulta ser más en muchas ocasiones mucho más contaminante (Delgado, 2014: 171).

Además, en la ciudad se expidió la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal, en junio de 2011.

Como se puede observar, la política pública de mitigación y adaptación al cambio climático está enfocada en el Distrito Federal. Esto representa un problema a analizar los efectos del cambio climático y la capacidad de mitigar y adaptarse de la metrópoli, ya que no hay programas conjuntos que incluyan tanto al Distrito Federal como a los municipios que forman parte de la ZMVM. Es recomendable diseñar un programa unificado, aplicable en toda la metrópoli, que facilite la gestión de la urbe.

A manera de conclusión se puede decir que través de este capítulo se han descrito tres formas en que se manifiesta la relación de CDMX con el cambio climático: cómo contribuye, cómo lo impacta y cómo es impactado. Como se ha analizado, esta relación se encuentra determinada por las características físicas, sociales, económicas, políticas, demográficas, territoriales, niveles de desarrollo e historia de cada ciudad. Estas características también determinan el metabolismo de la ciudad.

Por otro lado, se ha señalado que la manera de reducir la intensidad de los flujos metabólicos y sus correspondientes emisiones de GEI es a partir de la formulación de políticas públicas integrales tanto de los diversos sectores como de las diferentes unidades administrativas que componen la ZMVM. Sin embargo, esto se vuelve un problema en la etapa de crecimiento actual, donde el Estado ha dejado de realizar funciones, para que las empresas privadas las retomen con el único objetivo de obtener mayores ganancias. Este proceso es claro en la política pública de planeación urbana y de vivienda, en el que el mercado inmobiliario marca la forma en que se construye la ciudad, como se estudia en siguiente capítulo.

Capítulo 3
Política pública de vivienda sustentable
en México



Incessant Urbanization, Urban Ecology | Climate Change Series, Danielle Nelisse, 2013.

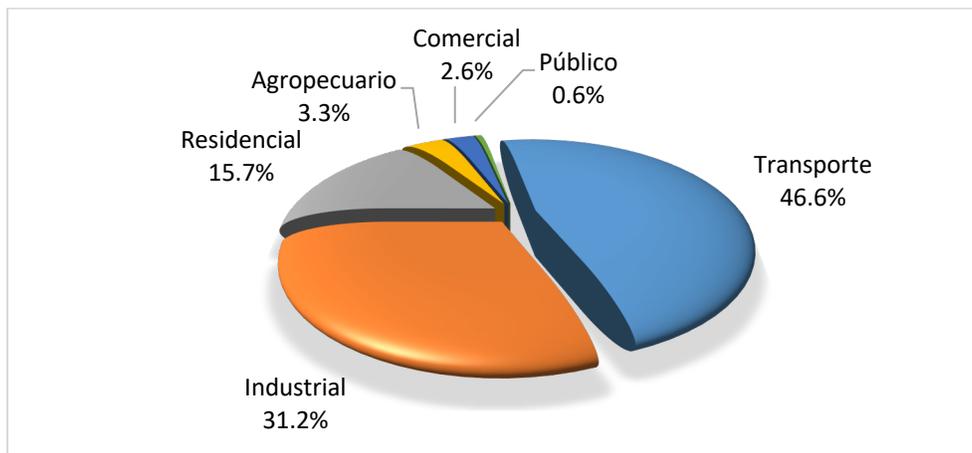
En este capítulo se tiene como objetivo revisar la política pública de vivienda que cruza transversalmente con la política de sustentabilidad implementada en el periodo 2007-2012. Se analizan los marcos institucionales, jurídicos, programáticos y sistemas de certificación a escala nacional y local de la CDMX.

3.1 Escala nacional

En 2012, el consumo nacional de energía fue de 8,800.43 petajoules (PJ), el cual comprende tanto el consumo del sector energético como el consumo final, que contribuyeron con 2,972.06 PJ y 5,101.84 PJ, respectivamente (SENER, 2013).

El consumo final, a su vez se divide en no energético y energético. El primero se refiere a aquellos productos energéticos y no energéticos derivados del petróleo que se utilizan como insumos para la producción de diferentes bienes, representó 3.9% del consumo final. El segundo hace referencia a la energía destinada a la combustión en los procesos y actividades económicas, así como la que se emplea para satisfacer las necesidades energéticas de la sociedad el cual representó 55.7% del consumo nacional y 96.1% del consumo final. El consumo final energético está constituido por el sector transporte (46.6%), el industrial (31.2%), el residencial (15.7%), el agropecuario (3.3%), el comercial (2.6%) y el público (0.6%) (SENER, 2013).

Figura 13. Consumo final energético por sector.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Secretaría de Energía (2013). Balance Nacional de Energía 2012.

El consumo de energía en el sector residencial contribuyó con 771.33 PJ, en 2012. Los principales tipos de energéticos que utilizó el sector residencial fueron gas licuado (37.32%), leña (33.29%), electricidad (24.63%), gas seco (4.13%), solar (0.47%) y querosenos (0.16%).

En 2010, el uso final de la energía en las viviendas correspondía a calentamiento de agua 45%, cocción de alimentos 29%, aplicaciones y otros equipos 15%, iluminación 7%, aire acondicionado 2% y calefacción 2% (IEA, 2013:88)⁸⁵.

Ante esta situación, se han creado diversos mecanismos para que la vivienda disminuya su consumo de materiales y energía, tanto en el proceso de diseño y construcción como en el de operación, ello a partir de equipamiento y uso de *tecnologías más eficientes* que permitan mitigar las emisiones de GEI y transitar hacia la sustentabilidad.

Para dar un panorama general de estos mecanismos, se analizan los marcos institucional, jurídico, programático y de sistemas de certificación.

Marco institucional

A nivel federal, el principal organismo del sistema de vivienda es la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) encargada de fomentar, coordinar, promover e instrumentar la política y el Programa Nacional de Vivienda del Gobierno Federal⁸⁶.

De acuerdo con la Ley de Vivienda, expedida en junio de 2006, la CONAVI tiene entre sus atribuciones supervisar que las acciones de vivienda se realicen con pleno cuidado del desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable. En este sentido, se integró la Subdirección General de Sustentabilidad, la cual coordina la Dirección del suelo, infraestructura y sustentabilidad social de la vivienda y la Dirección de sustentabilidad y calidad ambiental.

La Subdirección tiene la atribución de promover programas de diseño y construcción de vivienda con criterios de sustentabilidad, calidad y accesibilidad, así como la aplicación de materiales locales propios de cada región; impulsar programas de vivienda que contribuyan a la redensificación, rehabilitación y conservación de los centros urbanos de las ciudades del país; promover la formulación y expedición de normas oficiales mexicanas (de carácter vinculante); y participar en la elaboración y aprobación de las normas mexicanas relacionadas con la vivienda, entre otras.⁸⁷

Actualmente, la CONAVI busca financiar el desarrollo de vivienda sustentable a partir de los certificados NAMAs (Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas). Este tema se desarrolla más adelante.

Un organismo nacional de vivienda (ONAVIS) importante en este tema es el Instituto Nacional del Fondo de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) cuyo objetivo es

⁸⁵ En el estudio realizado por Morillón, *et. al.* (2011), el consumo de energía residencial se encuentra distribuido de la siguiente forma: cocción 52%, calentamiento de agua 29%, aire acondicionado 3%, iluminación 6% y aplicaciones 10%.

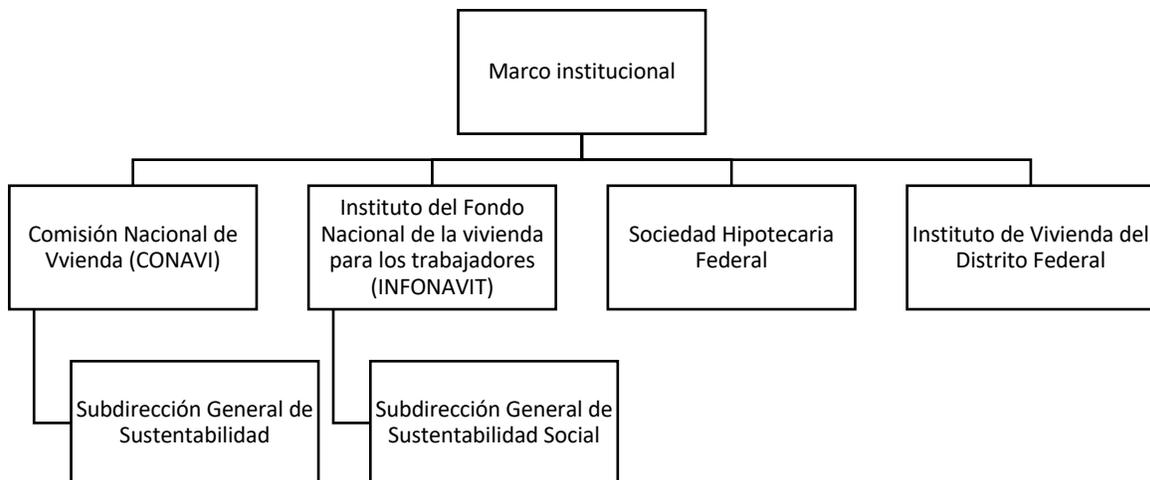
⁸⁶ <http://www.conavi.gob.mx/quienes-somos> [Consulta 11 de marzo de 2013].

⁸⁷ Estatuto Orgánico de la Comisión Nacional de Vivienda. Diario Oficial, 15 de abril de 2011.

establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener un crédito accesible y suficiente para adquirir en propiedad o para construir, reparar, ampliar o mejorar sus casas.⁸⁸ El INFONAVIT cuenta con la Subdirección General de Sustentabilidad Social y tiene diversos programas para vivienda sustentable como el programa Vivienda sustentable-Vida integral Infonavit, la Hipoteca Verde, el Programa de Entrega Continua de Vivienda Vertical y Sustentable (PECV), y Comunidades inteligentes.

La Sociedad Hipotecaria Federal (SHF)⁸⁹ es una institución financiera perteneciente a la Banca de Desarrollo que tiene el fin de propiciar el acceso a la vivienda de calidad, al establecer las condiciones para que se destinen recursos públicos y privados a la oferta de créditos hipotecarios⁹⁰. Esta institución tiene el proyecto de los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS) que contribuyen al ordenamiento territorial de los estados y municipios y promueven un desarrollo urbano más ordenado, denso, justo y sustentable.

Figura 14. Marco institucional de vivienda sustentable.



Fuente: Elaboración propia.

⁸⁸ <http://infonavitpublica.org.mx/?q=node/850> [Consulta 11 de marzo de 2013].

⁸⁹ La SHF no atiende directamente al público, por lo que nos apoya a intermediarios financieros para hacerle llegar nuestros recursos a la gente. Son estos Intermediarios Financieros los que se encargan de otorgar y administrar los créditos, desde su apertura, hasta su conclusión. Los intermediarios financieros son: Instituciones de Banca Múltiple, Instituciones de Seguros, Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFOLÉS), Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (SOFOMES) y Entidades de Ahorro y Crédito Popular.

⁹⁰ <http://www.shf.gob.mx/sobreshf/Paginas/sobreshf.aspx> [Consulta 11 de marzo de 2013].

Es de notar que el sistema institucional de vivienda se ha transformado profundamente a partir de la década de 1990, ya que, al adoptarse el sistema neoliberal, se cambió de un sistema de vivienda basado en un modelo intervencionista de Estado a un modelo facilitador. Esto significa que el Estado ha delegado la promoción de la vivienda en manos del sector privado, mientras que las instituciones operan como financiadoras de créditos hipotecarios para los adquirientes de vivienda.

Marco jurídico

La Constitución señala en el artículo 4° que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental genera así, una responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”⁹¹. Asimismo, en el artículo 25° se sostiene que “corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución”⁹².

En la Ley de Vivienda (2006)⁹³ se definen los lineamientos de la política y los programas nacionales de vivienda, las competencias de los organismos que integran el sistema nacional de vivienda y las formas de financiamiento. Específicamente, en el Título sexto. De la calidad y la sustentabilidad de la vivienda, se intenta promover el uso de materiales y tecnologías que tengan poco impacto en el medio ambiente, además que el proceso de construcción se lleve a cabo bajo criterios de sustentabilidad y eficiencia energética. También se precisa el desarrollo urbano ordenado (véase cuadro 8).

⁹¹ Este párrafo fue reformado mediante decreto publicado en el Diario Oficial De La Federación el 8 de febrero de 2012. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf> [Consulta 3 de abril de 2013].

⁹² <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf> [Consulta 7 de abril de 2013].

⁹³ http://www.normateca.gob.mx/Archivos/66_D_3623_13-01-2014.pdf [Consulta 30 de enero de 2014].

Cuadro 8. Ley de Vivienda. Título sexto. De la calidad y sustentabilidad de la vivienda.**Ley de Vivienda**

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2006. Última reforma publicada DOF 26-12-2013.

Título sexto. De la calidad y sustentabilidad de la vivienda

Este título cuenta con un capítulo único, en el que se desarrollan los lineamientos para que la vivienda sea tanto de calidad como sustentable.

En el área de calidad destaca que las viviendas deben contar con espacios habitables, seguros y con servicios (agua potable, desalojo de aguas residuales, energía eléctrica); además de la adecuación al clima con criterios de sustentabilidad, eficiencia energética y prevención de desastres, utilizando bienes y servicios normalizados.

En la última reforma a la Ley, se adicionó que se debe promover el uso de energías renovables mediante nuevas ecotecnologías aplicables a la vivienda, de acuerdo a las regiones bioclimáticas.

Se señala que las acciones de vivienda que se realicen en las entidades federativas y municipios deben ser congruentes con las necesidades de cada centro de población y con los planes y programas que regulan el uso y el aprovechamiento del suelo, para un desarrollo urbano ordenado; además de adoptar las medidas conducentes para mitigar los posibles impactos sobre el medio ambiente.

En este apartado, también se menciona que la Comisión Nacional de Vivienda debe fomentar la participación de actores de cada sector (público, social y privado), en los esquemas de financiamiento, para el desarrollo y aplicación de ecotecnologías y de nuevas tecnologías en las viviendas (principalmente de bajo costo y de alta productividad).

De acuerdo a esta Ley, la Comisión también debe promover el uso de materiales y productos que contribuyan a evitar efluentes y emisiones que deterioren el medio ambiente, así como aquellos que propicien ahorro de energía, uso eficiente de agua, un ambiente más confortable y saludable dentro de la vivienda de acuerdo con las características climáticas de la región.

Fuente: Elaboración propia con base en la Ley de Vivienda (2006).

La Ley General de Equilibrio Ecológico (LGEEPA) define en el artículo 3° el desarrollo sustentable como “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”⁹⁴. Por otro lado, en la Sección IV. Regulación Ambiental de Asentamientos Humanos, se señala que la planeación del desarrollo urbano y vivienda deben tomar en cuenta las estrategias

⁹⁴ <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf> [Consulta 3 de abril de 2013].

contenidas en los planes de ordenamiento territorial; mencionan que es importante hacer un uso eficiente de los usos de suelo para evitar las tendencias de suburbanización excesiva. En este sentido, se indica que la política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida⁹⁵.

La Ley General de Asentamientos Humanos (1993) sostiene en su artículo 2° que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos debe ser un proceso de distribución equilibrada y sustentable de la población y de las actividades económicas en el territorio nacional. En el artículo 3° se menciona que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población tenderán hacia el desarrollo socioeconómico sustentable del país, armonizando la interrelación de las ciudades y el campo y distribuyendo equitativamente los beneficios y cargas del proceso de urbanización⁹⁶.

En materia de normatividad, en México existen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio y las Normas Mexicanas (NMX) de carácter voluntario. En el ámbito de vivienda sustentable, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía ha formulado las NOMs para el ahorro de energía tanto en los edificios como en su diseño. Estas normas se han enfocado principalmente en las características térmicas de los materiales de construcción de acuerdo a la ubicación de la vivienda y el uso de tecnologías eficientes en electrodomésticos (véase cuadro 8.1). Asimismo, se han creado normas referentes al manejo y uso de agua en vivienda, en donde se regulan la toma domiciliaria, inodoros, regaderas e infiltración de agua en acuíferos (UN-HABITAT, 2013).

En cuanto a las normas voluntarias NMX, éstas se relacionan con los materiales de construcción de vivienda, con sistemas de calentamiento de agua con energía solar y con la energía eléctrica en edificios y viviendas (PROY-NMX-J-667-ANCE-2012).

Cuadro 8.1. Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)

NOMs	Descripción
NOM-018-ENER-1997	Materiales aislantes para la construcción.
NOM-007-ENER-2005// NOM-013-ENER-2004	Eficiencia energética en iluminación interior y exterior de edificios.
NOM-020-ENER-2011	Envoltente en edificios habitacionales: eficiencia energética en edificaciones.
NOM-024-ENER-2012	Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones.
NOM-011-ENER-2006// NOM-021-ENER/SCFI-2008// NOM-023-ENER-2010	Eficiencia energética en acondicionadores de aire.

⁹⁵ <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf> [Consulta 3 de abril de 2013].

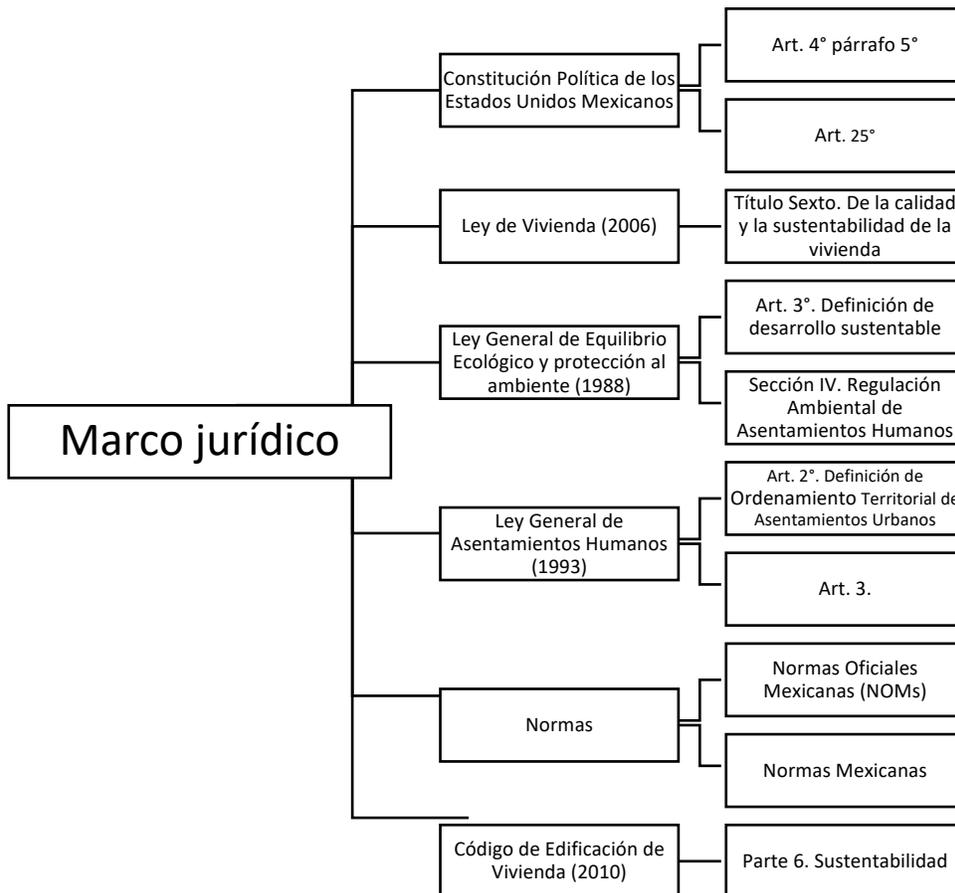
⁹⁶ <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/133.pdf> [Consulta 3 de abril de 2013].

NOM-005-ENER-2012	Eficiencia energética en lavadoras de ropa electrodomésticas.
NOM-015-ENER-2012	Eficiencia energética en refrigeradores y congeladores electrodomésticos.
NOM-017-ENER/SCFI-2012// NOM-030-ENER-2012	Eficiencia energética en lámparas fluorescentes y LED

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do> y Morillón, 2012.

Por último, en el ámbito de la vivienda, la CONAVI desarrolló un Código de Edificación de Vivienda, el cual tiene una parte dedicada al tema de sustentabilidad. Su objetivo es establecer lineamientos de diseño sustentable para toda la vivienda en México con una visión de largo plazo, generando un sistema de evaluación y certificación. En el Código se tocan aspectos como diseño bioclimático, materiales de construcción, energía, energía renovable, agua, aguas residuales, residuos sólidos y áreas verdes⁹⁷.

Figura 15. Marco jurídico.



Fuente: Elaboración propia.

⁹⁷ <http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/vivienda/biblioteca/archivos/CEV%20PDF.pdf> [Consulta 7 de abril de 2013].

Marco programático

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012⁹⁸ marca las estrategias y prioridades de desarrollo del país. El Eje 4 sobre Sustentabilidad Ambiental promueve medidas de mitigación de GEI a partir del ahorro energético, el uso de tecnologías eficientes, el uso de lámparas ahorradoras de energía y el aislamiento térmico en vivienda.

En el Programa Sectorial de Desarrollo Social 2007-2012⁹⁹ se planteó en el Objetivo 4, mejorar la calidad de vida en las ciudades, con énfasis en los grupos sociales en condición de pobreza. Esto a través de la provisión de infraestructura social y vivienda digna, así como de la consolidación de ciudades eficientes, seguras y competitivas¹⁰⁰.

El Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: Hacia un desarrollo habitacional sustentable tiene como objetivo 2 impulsar el desarrollo habitacional sustentable. En este sentido, se promueve la construcción de desarrollos habitacionales con características de sustentabilidad; el impulso del suelo apto para el desarrollo habitacional sustentable; la actualización de los marcos normativos que regulan el desarrollo habitacional en los estados y municipios; y el mantenimiento, mejoramiento y ampliación de la vivienda rural y urbana existente¹⁰¹. De esta manera, los desarrollos habitacionales suponen adoptar nuevos criterios como la racionalidad en el uso del agua y la energía, ubicación cerca de la escuela y los centros de trabajo, óptimo aprovechamiento de la infraestructura existente y que cuenten con servicios suficientes. Esto significa que, en principio, se toma en cuenta no sólo la construcción de vivienda, sino de ciudad.

En el Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático se establecen nuevas orientaciones de sustentabilidad energética y ambiental en las políticas y acciones de vivienda promovidas, financiadas, o instrumentadas por organismos gubernamentales y entidades privadas. El Programa fomenta el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías de eficiencia energética y de minimización de impactos ambientales; plantea lineamientos que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo habitacional y formula la manera en que operará el financiamiento verde internacional

⁹⁸ <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/index.php?page=documentos-pdf> [Consulta 8 de abril de 2013].

⁹⁹ Cabe mencionar que para el periodo 2007-2012 no fue publicado el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, a pesar de haberse elaborado, se mantuvo vigente el publicado en 2002. Dada su obsolescencia, el planteamiento y objetivos actualizados de planeación del gobierno en materia de desarrollo urbano y vivienda, se establecieron en el Programa Sectorial de Desarrollo Social 2007-2012. Sin embargo, la efectividad del programa ha sido limitada (UN-HABITAT, CONAVI, PUEC, 2013).

¹⁰⁰ <http://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/ptp/ServletImagen?tipo=pdf&idDoc=144> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹⁰¹ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5076398 [Consulta 8 de abril de 2013].

(Certificados de Reducción de Emisiones) a partir del programa Mecanismo de Desarrollo Limpio¹⁰².

Hipoteca Verde es un programa de INFONAVIT creado en 2007¹⁰³, éste consiste en otorgar un monto adicional de crédito para que los trabajadores adquieran viviendas con ecotecnologías que ayudan a disminuir su gasto por consumo de energía y agua (aseguran un ahorro promedio de entre 215 y 400 pesos mensuales, dependiendo del ingreso), al mismo tiempo que reducen las emisiones de CO₂ que contaminan el ambiente¹⁰⁴.

Las ecotecnologías que se pueden utilizar son lámparas compactas fluorescentes, llaves ahorradoras de agua; regadera con obturador, sanitarios de consumo menor a cinco litros de agua, calentador solar de agua en climas no cálidos, calentador de gas de alta eficiencia, aislante térmico en techos en climas cálidos y aire acondicionado eficiente. Estas ecotecnologías se seleccionan según la región bioclimática en que se ubiquen.

Cabe señalar que, si la vivienda que se compra no cuenta con ecotecnologías, pero se quieren instalar, se obtienen con proveedores que autoriza el Instituto y se paga directamente el monto de crédito adicional a los proveedores. Estas empresas son: Aheyza, Aluz, Aries Energía, Arso Eco Construcciones, Avit 300, Bioahorro, Boxito, Calafera, Catarina Produce, Cia Ferremas, Conecta, Construdec, Construmarket Ecológico, Crystal Water, Depsa, Dil, Disfersa, Distribuidora ProAmbiente, Dival, EPA, Eco Mart, Ecoalterna, Ecoheat, Ecotecnologías, Ecovo Solar, El gigante de los azulejos, El Niplito, Energy Green, Espacio del ahorro, Expectrum, Ferretería y Materiales Díaz, Firconsa, Forma Arquitecto, Gasticom, Genersys, Green Depot, Green House Ecotecnologías, GreenSaver, Grupo Eléctrico de Oaxaca (GEO), Hefrib, Hogares Verdes, Home Solutions, Jiménez Rábago Ecotecnologías, La Rancherita, Limsa, Mi Ecocasa, Promexma, Rewo Ferreterías, Saving Shop, Solarcel, Super Ferretera Constitución, Tecsus, The Green Home Center, The Home Depot México, UrbanPlan, Vive Verde, Viveco, Vázquez y Vázquez.

¹⁰² CONAVI, 2008. Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático.

¹⁰³ En 2007 inició el programa piloto en el Estado de México, sin embargo, se implementó a nivel nacional hasta 2009. A partir de ese año, el poder Ejecutivo decidió que las viviendas nuevas que se benefician con el Programa Federal de Subsidio “Ésta es tu casa”, deberán incorporar tecnologías para el uso eficiente de agua y energía. Es así como CONAVI e INFONAVIT acuerdan conjuntar los recursos adicionales de la Hipoteca Verde con los del subsidio federal para que los trabajadores de menores ingresos incrementen su capacidad de compra.

<http://www.infonavitpublica.org.mx/?q=node/484> [Consulta 8 de abril de 2013].

Cabe señalar que de 2009-2010 el programa estuvo enfocado en los trabajadores de menores ingresos (60% de los derechohabientes). A partir de 2011, el beneficio de este programa se extiende a todos los derechohabientes del Instituto. <http://infonavitpublica.org.mx/?q=node/862> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹⁰⁴ <http://infonavitpublica.org.mx/?q=node/862> [Consulta 8 de abril de 2013].

Cuadro 9. Créditos otorgados con Hipoteca Verde 2007-2012.

Año	Sin subsidio	Con Subsidio	Total	Total nacional de créditos entregados por INFONAVIT
2007	593		593	458,701
2008	1,097	34	1,131	494,073
2009	37,930	67,468	105,398	447,481
2010	64,816*	81,512	146,328	475,072
2011	285,340	91,475	376,815	501,292
2012**			97,207	
Total			727,472	2,376,619

*Existen, además, 23 mil 311 viviendas ecológicas sin Hipoteca Verde

**A marzo de 2012

Fuentes: UN-HABITAT/CONAVI/PUEC, 2013. INFONAVIT, 2012, Informe anual de actividades 2010 <http://www.infonavitpublica.org.mx/?q=node/485>, Informe anual de actividades 2011 <http://infonavitpublica.org.mx/?q=node/863>

Desde el 2007 y hasta el 31 de diciembre del 2011, se han otorgado 668 mil 958 créditos verdes. Ahora bien, 38 mil 693 créditos ejercidos durante el 2009 y el 2010, no fueron financiados con una Hipoteca Verde porque las viviendas no contaban con todas las ecotecnologías obligadas, pero sí con equipos que forman parte de los créditos verdes como focos ahorradores, todos los equipos de agua, calentadores de paso y alguna ecotecnología para el conjunto como planta de tratamiento, captación de agua pluvial o alumbrado fotovoltaico. El total de créditos formalizados con Hipoteca Verde fue de 630 mil 265¹⁰⁵.

Es de notar que, en 2010, los créditos ejercidos para viviendas con ecotecnias con subsidio representaron el 48% de los casos (81,512 créditos). Los estados con la mayor colocación de estos créditos fueron: Jalisco (7,866), Nuevo León (7,581), Chihuahua (6,840), Guanajuato (5,194), Estado de México (4,741) y Tamaulipas (4,475) que juntos suman 36,697 y representan 45% de los créditos con subsidios.

Por otro lado, Hipoteca Verde sin subsidio alcanzó 88,127 créditos (véase cuadro 10). Los estados con mayor otorgamiento fueron Estado de México (18,301), Nuevo León (10,488) y Tamaulipas (6,780). Las tres entidades acumulan 35,569 créditos, mismos que representan 40% de la Hipoteca Verde no subsidiada¹⁰⁶.

En cuanto a la capacidad de mitigación y ahorro que han tenido las viviendas que incluyeron ecotecnologías, se señala que los acreditados ahorran en promedio \$229 pesos al mes, con una reducción de 0.78 toneladas de CO₂ al año por vivienda¹⁰⁷. El mayor impacto se registra

¹⁰⁵ <http://infonavitpublica.org.mx/?q=node/863> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹⁰⁶ <http://www.infonavitpublica.org.mx/?q=node/312> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹⁰⁷ El INFONAVIT contrató a la consultora Enervalia para calcular y verificar los ahorros generados por las ecotecnias tanto en gasto familiar como en emisiones de CO₂, la consultora realizó dos

en el consumo de electricidad para las zonas cálidas por el uso de aislantes térmicos (ahorro económico y mejora en el confort) y para las zonas templadas y semifrías, en el empleo de gas por la implantación de calentadores solares para el agua caliente.

Cuadro 10. Resumen de ahorros económicos y de emisiones por Hipoteca Verde, 2009, 2010, 2011.

Concepto	Ahorro 2009	Ahorro 2010	Ahorro 2011	Disminución en emisiones de CO ₂ 2009 (Toneladas)	Disminución en emisiones de CO ₂ 2010 (Toneladas)	Disminución en emisiones de CO ₂ 2011 (Toneladas)
Zona Cálida	Por vivienda/mes			Por vivienda/año		
Viviendas A/A	\$360.00	\$354.00	\$274.00	1.21	1.2	1.04
Viviendas ventilador	----	\$178.60	\$172.00	----	0.63	0.72
Viviendas sin A/A sin ventilador	\$168.00	\$72.90	\$83.00	0.14	0.26	0.36
Zona Templada y Semifría	\$209.00	\$297.90	\$270.00	1.04	1.26	0.98
PROMEDIO	\$217.50	\$247.50	\$221.94	0.6	0.92	0.84
PROMEDIO 2009 y 2010	\$229.00			0.789		

Fuente: Informe anual de Sustentabilidad 2011. <http://infontpublica.org.mx/?q=node/863> [Consulta 8 de abril de 2013].

Considerando el ahorro en las viviendas formalizadas en 2009, y que continuaron ahorrando durante el siguiente año, así como lo formalizado en 2010, el impacto se puede resumir de la siguiente manera:

- 277,000 toneladas de CO₂ han dejado de emitirse a la atmósfera, lo que equivale a 52 días de la contaminación producida por vehículos en la zona metropolitana de la CDMX.
- 154, 802, 938 KW/h ahorrados en energía eléctrica, lo que equivale a iluminar una ciudad de 414,000 personas, del tamaño de la Delegación Xochimilco, en el Distrito Federal.
- 38, 014,152 Kg de gas ahorrado, lo que permitiría dar energía suficiente para mover 4,000 coches durante un año, con un promedio de 15,000 Km año por vehículo.¹⁰⁸

El programa Hipoteca Verde ha tenido diversos reconocimientos a nivel internacional por ser una de las primeras instituciones de vivienda en implementar el concepto de

evaluaciones que contemplan el ciclo estacional primavera-invierno. También realizó encuestas de satisfacción de los acreditados que revelan que el 95% de los acreditados tuvieron un grado de satisfacción, entre muy bueno y bueno, por lo que es mínimo el porcentaje de personas que las ha cambiado.

¹⁰⁸ <http://www.infontpublica.org.mx/?q=node/312> [Consulta 8 de abril de 2013].

sustentabilidad en vivienda para el sector de trabajadores de ingresos bajos. En 2009, recibió la “Estrella de Eficiencia Energética” por parte de *Alliance to Save Energy*¹⁰⁹; en 2010, el Banco Interamericano de Desarrollo le otorgó el premio “*Beyond Banking*”¹¹⁰; y en 2012, la ONU le entregó el Premio Hábitat¹¹¹.

Asimismo, en 2010 el Instituto firmó un convenio de colaboración con la Agencia de Cooperación Técnica Alemana GIZ¹¹² para el otorgamiento de un subsidio total por 2.5 millones de euros, que deberá ejercerse durante el periodo 2010-2012, a través del programa 25 mil techos solares. Este programa tiene como objetivo incentivar el uso de este tipo de calentadores de agua, disminuir aproximadamente un 20% en el costo de los equipos a los acreditados e incentivar el uso de calentadores solares para disminuir en 1,250 toneladas las emisiones de CO₂ al ambiente. Al cierre del 2011, el avance de subsidios otorgados ha sido de 11 mil 483¹¹³.

INFONAVIT también tiene otros programas que incentivan la vivienda sustentable como el Programa Vida Sustentable: Vida Integral Infonavit, el Programa de garantías a la entrega continua de vivienda vertical y sustentable y Comunidades inteligentes. El primero se desarrolla en la parte de certificaciones. El segundo, aprobado en mayo de 2012, consiste en la ampliación del Programa Entrega Continua de Vivienda para incluir garantías de pago, por parte de INFONAVIT, de operaciones anticipadas de crédito. Está dirigido a los desarrolladores de viviendas que cumplan con los criterios de selección establecidos, permitiendo a estos descontar dichas garantías para anticipar el pago de viviendas¹¹⁴.

Es tercer programa busca apoyar la creación de entornos sustentables, donde los habitantes vivan en armonía, mejoren su nivel educativo, tengan acceso a trabajos dignos y estén incluidos en la conectividad global. En él participan los desarrolladores, los municipios y la propia comunidad. El proceso da inicio cuando el desarrollador identifica que cuenta con factores estructurales favorables y la comunidad puede descubrir qué necesita para mejorar. Para saber si los desarrollos cuentan con estos atributos, el INFONAVIT pone a

¹⁰⁹ <http://www.ase.org/efficiencynews/presidents-desk-cop16-affirms-energy-efficiency-first-solution-global-climate-change> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹¹⁰ <http://www.infonavitpublica.org.mx/?q=node/458> y <http://www.iadb.org/es/recursos-para-empresas/beyondbanking/premios2010,3344.html> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹¹¹ <http://www.worldhabitatawards.org/winners-and-finalists/project-details.cfm?lang=00&theProjectID=9DA03455-15C5-F4C0-99170E7D631F50E9> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹¹² El Ministerio Federal Alemán del Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), cuenta con fondos para la “Iniciativa internacional de protección del clima”.

¹¹³ <http://infonavitpublica.org.mx/?q=node/866> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹¹⁴ <http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/6592d49a-de0c-4a6b-880f-6b30aafce353/Programa+de+garant%C3%ADas+a+la+entrega+continua+de+vivienda+vertical+y+sustentable.pdf?MOD=AJPERES> [Consulta 8 de abril de 2013].

disposición una herramienta de diagnóstico¹¹⁵. Los elementos que debe tener un desarrollo para ser considerado una comunidad inteligente están relacionados con el perfil de la comunidad, espacios públicos, requerimientos de banda ancha, tipo de vivienda (horizontal, vertical, construcción con elementos de aprovechamiento de aguas pluviales), transporte (transporte público cercano y económico, ciclovía), seguridad, abastos y servicios, imagen urbana y áreas verdes, vida en comunidad, empleo, abandono y desocupación, mantenimiento, salud y educación.

La Comisión Nacional de Vivienda cuenta con el programa “Ésta es tu casa”, el cual tiene como finalidad apoyar a personas de bajos ingresos para adquirir o mejorar una vivienda, por medio de un subsidio otorgado por el Gobierno Federal, a través de CONAVI. El subsidio se suma al crédito al que es acreedor el trabajador y que otorgan las instituciones financieras de vivienda en México (INFONAVIT, FOVISSSTE, SHF, etcétera). El otorgamiento del subsidio está vinculado al Paquete Básico que toma en cuenta: sitio sin riesgo y buena ubicación, uso eficiente de energía (lámparas ahorradoras, aislante térmico, calentador solar de agua), uso eficiente agua (accesorios ahorradores, regadera, inodoro, medidores), manejo residuos sólidos urbanos y mantenimiento¹¹⁶. A partir de noviembre de 2009, todos los subsidios otorgados por CONAVI para la adquisición de vivienda nueva han sido otorgados a viviendas que cumplen con las ecotecnologías establecidas en el Paquete Básico.

De 2009 a la fecha, se han otorgado más de 270,000 subsidios para la modalidad de Adquisición de Vivienda Nueva Sustentable.

Cuadro 11. Número de subsidios del programa “Ésta es tu casa” para adquisición de vivienda nueva con ecotecnologías.

Instancia	2009	2010	2011	2012
INFONAVIT	7,934	82,121	83,019	80,608
FOVISSSTE	178	1,639	1,241	532
SOFOLES y SOFOMES	819	4,368	2,036	157
Otros	253	1,590	4,339	2,639
Total	9,184	89,718	90,635	83,936

Cifras de 2012 están actualizadas al mes de agosto.

Fuente: Subdirección General de Esquemas Financieros de la CONAVI.¹¹⁷

¹¹⁵<http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/Infonavit/Infonavit+Ampliado+y+Desarrolladores/Desarrolladores/Programas+del+Infonavit+para+desarrolladores/> [Consulta 8 de abril de 2013].

¹¹⁶ Características Paquete Básico para Programa de Subsidios versión aplicable para el ejercicio 2012. <http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/paquete-basico-ejercicio-2012-unifamiliar-y-vertical.pdf> [Consulta 15 de abril de 2013].

¹¹⁷ INFONAVIT incluye los subsidios otorgados a través de los programas 1x1, 2x1 y DUIS. En Sofoles y Sofomes se incluye SHF – No Asalariados – Ifs. En el subgrupo "OTROS" se incluyen los Programas: PSV, Fuerzas Armadas y Orevis. Informe de Rendición de cuentas 2006-2012

El inconveniente de estos proyectos es que los recursos sólo se destinan a vivienda nueva y no a rehabilitación de vivienda usada, lo que fomenta un crecimiento horizontal de las ciudades. Esto significa incorporar más hectáreas a la mancha urbana, por lo tanto, se requiere mayor urbanización y equipamiento de nuevas zonas (UN-HABITAT/CONAVI/PUPEC, 2013).

A través de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), se creó una política pública que fomenta el Desarrollo Urbano Integral Sustentable (DUIS) que se define como áreas de desarrollo integralmente planeadas que contribuyen al ordenamiento territorial de los estados y municipios y promueven un desarrollo urbano más ordenado, denso, justo y sustentable. Son motores de desarrollo regional que constituyen un soporte para proyectos económicos estratégicos. Estos emprendimientos son mixtos, dado que participa el gobierno en tres niveles, federal, estatal y municipal, los desarrolladores y propietarios de la tierra¹¹⁸.

Existen dos tipos de DUIS de acuerdo a sus características:

Proyectos Interurbanos, que aprovechen el suelo disponible en las ciudades existentes mediante la redensificación inteligente de las ciudades existentes, en donde pueden participar autoridades municipales y estatales, así como desarrolladores de vivienda, preferentemente locales.

Proyectos Periurbanos, de generación de suelo servido con infraestructura para el desarrollo de MACROLOTES con usos de suelo Mixto (vivienda, equipamiento, servicios, industria, etc.), ubicados preferentemente en las inmediaciones de la ciudad existente (ensanches), en donde se puedan desarrollar nuevas comunidades con la participación de autoridades municipales y estatales, desarrolladores urbanos (fraccionadores) y desarrolladores de viviendas, así como otros desarrolladores inmobiliarios (industriales, comerciales, etcétera)¹¹⁹.

Se formó un Grupo de Promoción y Evaluación de Desarrollo Urbanos Integrales Sustentables (GPEDUIS) para que se formularan Criterios de Elegibilidad y Evaluación de los proyectos DUIS. Este Grupo tiene la participación de diversas instituciones como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Energía, Secretaría de Economía, Comisión Nacional de Vivienda, Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C., Fondo

http://www.conavi.gob.mx/documentos/rendicion_cuentas/IRC_CONAVI_3.pdf [Consulta 15 de abril de 2013].

¹¹⁸ <http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/concepto/Paginas/Definici%C3%B3n.aspx> [Consulta 15 de abril de 2013].

¹¹⁹ <http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/concepto/Paginas/TiposdeDUIS.aspx> [Consulta 15 de abril de 2013].

Nacional de Infraestructura, ProMéxico y Sociedad Hipotecaria Federal. Sus líneas de acción van encaminadas a establecer una metodología de evaluación¹²⁰; procesos de automatización y transferencia de conocimiento DUIS; redensificación; vocación y equipamiento de DUIS; e institucionalización.

Actualmente, son diez los DUIS que obtuvieron, al menos, una calificación de 70 puntos en el proceso de evaluación, con base en los requerimientos y criterios de elegibilidad establecidos por el GPEDUIS (véase cuadro 12). Al mismo tiempo, existen otros cuatro proyectos en proceso de evaluación, y otros diez en proceso de Pre evaluación.

Cuadro 12. Proyectos DUIS aprobados y reconocidos por el GPEDUIS.

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

Fuente: <http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/Desarrollos/Paginas/Inicio.aspx> [Consulta 15 de abril de 2013]

¹²⁰Los criterios de evaluación DUIS en su componente técnico contemplan cuatro ámbitos: Regional, Urbano, de Barrio y Arquitectónico considerando: empleo de energías alternativas, eco-tecnologías, arquitectura bioclimática, manejo y reutilización de agua, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos, espacios públicos, espacios verdes, conectividad a servicios y fuentes de trabajo, movilidad sustentable, consideraciones de nuevos polos de desarrollo y fortalecimiento del tejido social. http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

Figura 16. Proyectos DUIS aprobados y reconocidos por GPEDUIS.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de <http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/Desarrollos/Paginas/Inicio.aspx> (Consulta 15 de abril de 2013).

Cabe mencionar que a pesar de que los DUIS promueven la redensificación inteligente, a la fecha, la mayor respuesta ha sido hacia la generación de nuevos desarrollos. Esto implica requerir mucha infraestructura nueva, usar hectáreas para nueva urbanización y mayores distancias a los centros de trabajo y servicios (UN-HABITAT/CONAVI/PUEC, 2013).

Net Zero: vivienda cero energía es un programa que impulsa la creación de proyectos habitacionales en los que existe un balance entre la energía consumida y la energía producida. Las viviendas Cero Energía cuentan con diversos elementos que contribuyen a hacer un mejor uso de los recursos a partir del diseño bioclimático en la etapa de la construcción, tecnología eficiente en aparatos eléctricos y consumo energético y el uso de energías renovables (calentadores solares).

Este programa es coordinado por la CONAVI¹²¹ junto con el apoyo financiero y técnico de la Alianza México-Canadá, Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, la Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación (AEAE) y *Alliance to Save Energy*¹²².

¹²¹ Cabe mencionar que a través del programa Ésta es tu Casa que coordina la CONAVI, define un paquete básico de ecotecnologías, mismas que deben contener las viviendas para poder ser adquiridas con apoyo de un subsidio habitacional. Este paquete básico forma parte de algunas de las tecnologías sustentables que se integran en las viviendas Net Zero.

¹²² CONAVI. (2010). Soluciones verdes para el sector vivienda.

Los promotores habitacionales que han alineado sus construcciones a la estrategia Net Zero son Consorcio ARA, Corporación GEO, Grupo Sadasi, URBI Desarrollos Urbanos y Vinte Viviendas Integrales.

Los proyectos piloto son los siguientes:

Cuadro 13. Proyectos Net Zero: vivienda cero energía.

Lugar	Desarrollador	Desarrollo	# de casas en el desarrollo	# de casas Piloto	Prototipo	Tamaño (m2)	Sector	Modificación
Acapulco, Guerrero	Geo	Villa Tulipanes	3,410	2	Duplex, 2 plantas	73.6	Ingreso Medio	Ventilación cruzada, estructura de sombra (shading), lámpara fluorescente compacta (CFLs), aislamiento térmico, aire acondicionado eficiente y sistemas solares fotovoltaicos
Coatzacoalcos, Veracruz	Geo	Puerto Esmeralda	4,436	6	Unidades multifamiliares, 3 plantas	45	Ingreso Bajo	Ventilación cruzada, estructura de sombra (shading), lámparas fluorescentes compactas (CFLs), aislamiento térmico, aire acondicionado eficiente y sistemas solares fotovoltaicos.
Cancún, Quintana Roo	Urbi	Villa del Rey	5,984	12	Unidades multifamiliares, 3 plantas (Urbino va 12)	50.5, 50.13, 37.96, 42.17	Ingreso Bajo	Estructura de sombra (shading), lámparas fluorescentes compactas (CFLs), aislamiento térmico y sistemas solares fotovoltaicos.
Mexicali, B.C.	Urbi	Santorini	97	3	Vivienda unifamiliar	134	Ingreso Medio	Estructura de sombra (shading), lámparas LED's, aislamiento térmico, puertas aisladas, ventanas con doble vidrio, aire acondicionado

POLÍTICA PÚBLICA DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO

								eficiente y sistemas solares fotovoltaicos.
Playa del Carmen, Quintana Roo	Vinte	Real Ibiza, Privada Martinet	1,192	4 (reconversión)	Multifamiliar, 3 plantas	56	Ingreso Bajo	Estructura de sombra (shading), película de control solar en ventanas, aislamiento térmico, aire acondicionado eficiente y sistemas solares fotovoltaicos.
Cancún, Quintana Roo	Sadasi	Jardines del Sur	1,000	1 (reconversión)	Unifamiliar, 2 plantas	90.61	Ingreso Medio	Ventilación cruzada, aislamiento térmico, estructura de sombra (shading), película de control solar y/o doble vidrio en ventanas, ventanas abatibles, puertas aisladas, lámparas fluorescentes compactas (CFLs), aire acondicionado eficiente y sistemas solares fotovoltaicos.
Cancún, Quintana Roo	Ara	Vista Real	46	2	Unifamiliar, 1 planta	42	Ingreso Bajo	Ventilación cruzada, estructura de sombra (shading), lámparas fluorescentes compactas (CFLs), aislamiento térmico de techos, ventanas con doble vidrio y sistemas solares fotovoltaicos.
Total de casas dentro del proyecto NZE				30				

Fuente: Echeverría, Casas Zero Energía: Una Solución al Cambio Climático para América Latina, AEAE, A.C. / CONAVI (2010), Soluciones verdes para el sector vivienda.

Otro programa coordinado por la CONAVI es el Programa de Actividades en Vivienda Sustentable del Mecanismo de Desarrollo Limpio¹²³. Para desarrollarlo se generó un programa diseñado para generar créditos de carbono y se divide en dos etapas, Programa de Actividades I (PoA I), en donde se consideraron las viviendas construidas con el programa de Subsidios Verdes “Ésta es tu casa” de CONAVI, y Programa de Actividades II (PoA II) en donde se pretende implementar el diseño para incrementar las oportunidades de sumar más créditos de carbono a la iniciativa como la Hipoteca Verde¹²⁴.

Asimismo, CONAVI, junto con la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ), han desarrollado el programa Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas para la Eficiencia Energética en el Sector Vivienda en México (NAMA). Éste es un mecanismo que busca obtener financiamiento verde internacional (por medio de los certificados de carbono), a partir del establecimiento de acciones que permitan mitigar los efectos del cambio climático y medidas para la protección del medio ambiente.

El concepto técnico de NAMA se basa en “desempeño global” de la vivienda (*Whole Housing Approach*), el cual considera la eficiencia energética total del edificio. Se proponen tres diferentes estándares de desempeño (Eco Casa 1, Eco Casa 2 y Eco Casa Max) para las principales zonas bioclimáticas de México¹²⁵. Esto con el objetivo de ampliar la penetración de estándares de eficiencia básicos (similar a Hipoteca Verde) a todo el mercado de la vivienda nueva en México, incluyendo a otras instituciones de financiamiento de vivienda social en México (FOVISSSTE, SHF).

Con estas acciones, las familias de menores ingresos podrán tener acceso a tecnologías de punta para vivienda, lo que tendrá un mayor impacto en la reducción de emisiones de GEI y por lo tanto, en la huella de carbono del sector de la vivienda en México¹²⁶.

Cabe mencionar que adicionalmente, se desarrollará una NAMA urbana que permitirá impulsar el desarrollo urbano sustentable.

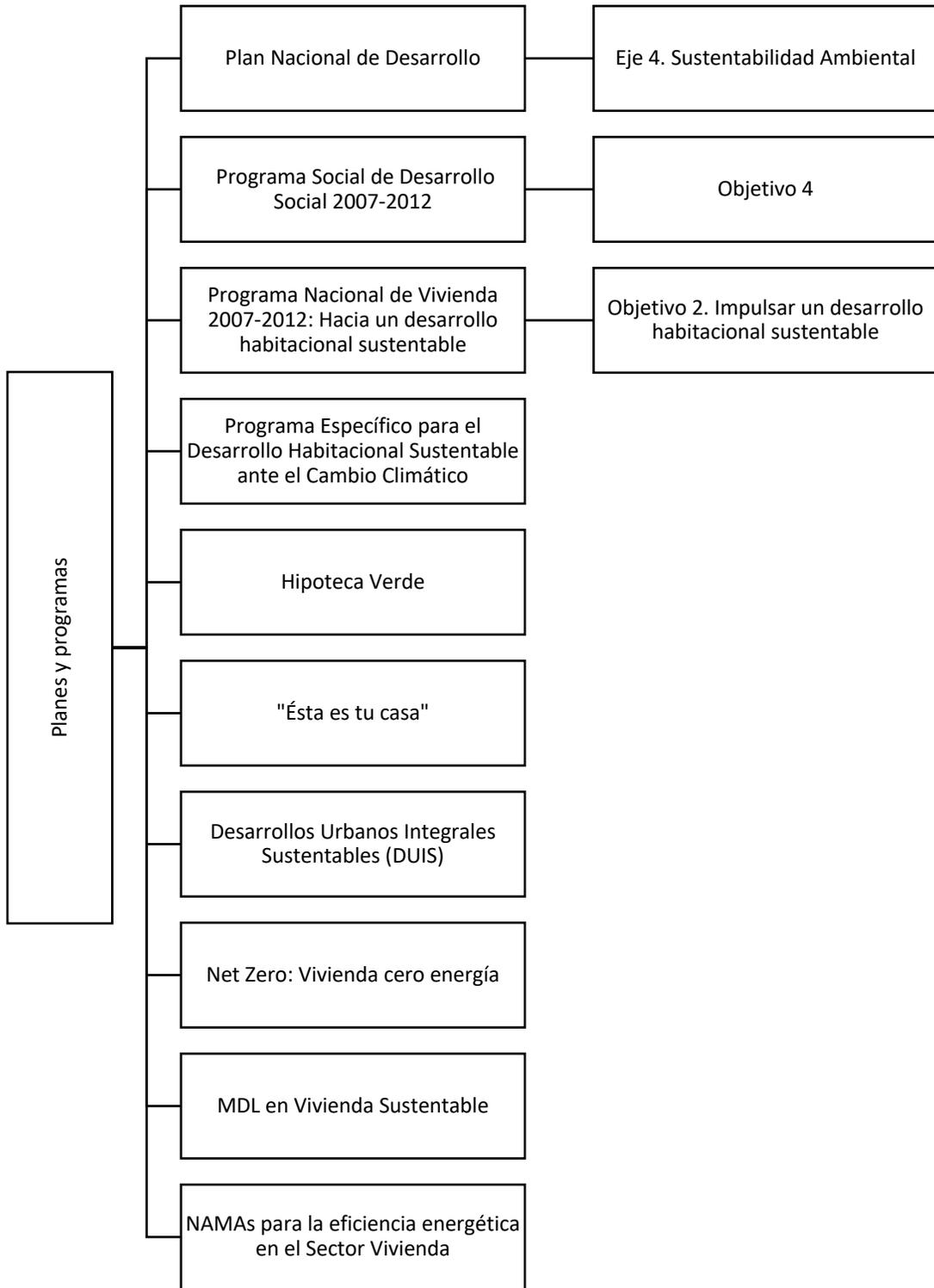
¹²³El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) permite que los proyectos de reducción de emisiones de países en desarrollo obtengan créditos o bonos (cada uno equivalente a una tonelada de CO₂) a partir de un Certificado de Reducción de Emisiones (CER). Los certificados pueden ser comercializados o vendidos y usados por los países industrializados para llegar a sus metas de reducción de emisiones bajo el Protocolo de Kyoto. <http://cdm.unfccc.int/about/index.html> [Consulta 17 de abril de 2013].

¹²⁴ CONAVI-COP 17. Vivienda sustentable en México, http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

¹²⁵ CONUEE, 2013. Estrategia Nacional para la Vivienda Sustentable. Véase CONAVI, 2011. Supported NAMA for Sustainable Housing in Mexico - Mitigation Actions and Financing Packages.

¹²⁶ CONAVI-COP 17. Vivienda sustentable en México, http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

Figura 17. Marco programático.



Fuente: Elaboración propia.

Sistemas de certificación o calificación de vivienda sustentable

A partir del programa Vida Integral: Vida Sustentable Infonavit, este Instituto certifica a las viviendas que cuentan con las características que les permitan a sus derechohabientes conservar el valor de la misma con el tiempo y le garanticen una mejor calidad de vida¹²⁷. Para que éstas sean consideradas sustentables deben reunir la mayoría de los 20 atributos que las distingue: cercanía con escuela primaria o kínder, consultorio o centro médico, servicio de transporte, cercanía con mercado o súper mercado, vivienda cercana a la fuente de empleo, ubicación dentro de un municipio competitivo, vialidad pavimentada, que cuenten con servicios básicos como agua, luz y gas, en un área con densidad de vivienda de por lo menos 50 unidades por hectárea, superficie total habitable de por lo menos 38 m², que cuente con Hipoteca Verde, acceso a internet, a menos de 2 km de un centro comunitario, el derechohabiente puede participar en un esquema de pago de mantenimiento, contar con un Promotor vecinal en el conjunto habitacional, entre otras¹²⁸.

Actualmente, los desarrollos de vivienda nueva certificados y publicados por el Instituto son: 29 estados con un total de 97 viviendas (UN-HABITAT/CONAVI/PUEC, 2013).

Para el programa “Ésta es tu casa”, CONAVI formuló el Puntaje de Ubicación y Sustentabilidad del Entorno que busca incentivar la redensificación y la expansión ordenada de los desarrollos habitacionales a partir de valores de vivienda y montos de subsidio diferenciados. En las Reglas de Operación de 2012, para el puntaje se toman en cuenta los polígonos de ubicación, el equipamiento (cercanía a centros de salud, jardín de niños, primaria y secundaria), redensificación, competitividad (equipamiento de áreas libres, transporte público, ecotecnologías en la vivienda y en el conjunto –envolvente térmica, sellado de ventanas y puertas, combinación de lámparas fluorescentes y LED, incorporación de partesoles, filtros de purificación de agua, alumbrado público LED, azotea verde, conexión a red de gas natural)¹²⁹. Cabe mencionar que parte de este puntaje lo da el Registro Único de Vivienda (RUV)¹³⁰.

De notar es que, con la asignación de puntos de este programa, por primera vez se califica no sólo la vivienda sino su ubicación y entorno.

¹²⁷<http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/infonavit+ampliado+y+desarrolladores/desarrolladores/programas+del+infonavit+para+desarrolladores/programas+del+infonavit+para+desarrolladores>.

¹²⁸ Manual explicativo del programa “Vida Integral INFONAVIT: Vivienda Sustentable” <http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/7a6009a2-e988-4cdc-b742-04af018d19e4/MFebrero2013.pdf?MOD=AJPERES> [Consulta 20 de abril de 2013].

¹²⁹ Reglas de Operación del Programa “Ésta Es Tu Casa” para el ejercicio fiscal 2012. Diario Oficial de la Federación, 26 de diciembre de 2012.

¹³⁰ El RUV es un sistema operado por las ONAVIS, que consiste en una base de datos actualizada con la ubicación e información de los desarrollos de vivienda. Véase Operación de ROP 2012 en RUV http://www.conavi.gob.mx/documentos/tu_casa/operacion-del-ROP2012-en-RUV.pdf

En cuanto a la evaluación de los DUIS, como ya se mencionó, el GPDUIS formuló una metodología de evaluación. Este proceso se divide en tres etapas:

- Preevaluación del proyecto.
- Evaluación técnica.
 - **Escala regional.** Revisa la relevancia e impactos que tiene el proyecto sobre la región, el estado y el municipio bajo consideraciones económicas, sociales, urbanas, interacción con el medio ambiente y otras manchas urbanas desde la óptica de la conectividad vial y transporte, infraestructura hidráulica, eléctrica y energías renovables, generación con el medio ambiente, entre otras).
 - **Escala urbana.** Revisa el proyecto como nuevo asentamiento humano que garantice que los usos de suelos propuestos en el proyecto contengan zonas habitacionales, diferentes densidades, valores y tipología de vivienda, centros y subcentros urbanos, zonas de equipamiento educativo, salud, comercial, industrial, esparcimiento, cultural, seguridad, áreas verdes, centros de trabajo, suministro y reciclamiento de agua, suministro de energía eléctrica y uso de energías renovables, conectividad, estructura vial, transporte fuera y dentro del desarrollo), recolección y disposición final de residuos sólidos, cuidando en todo momento la sustentabilidad económica, social y ambiental.
 - **Escala urbano local y nivel arquitectónico para la vivienda.** Revisa y evalúa el proyecto con base en el artículo 73 de la Ley de Vivienda (ANEXO B especificaciones técnicas). En relación con el nivel arquitectónico para la vivienda, se revisa y evalúa con base en los Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables de la CONAVI.
- Evaluación financiera, inicia cuando el proyecto es técnicamente viable¹³¹.

Una vez identificados los requerimientos financieros del proyecto, se cuenta con una propuesta de apoyos que DUIS puede ofrecer como parte de la Canasta de Incentivos, que incluye el apoyo a las autoridades locales para la consecución del proyecto, asistencia técnica en planes de desarrollo urbano, apoyo en la gestión de licencias, financiamiento del gobierno federal para construcción de infraestructura, equipamiento, edificación y adquisición de vivienda, fuentes de financiamiento a través de fondos, banca de inversión y banca comercial para adquisición de tierra, infraestructura, equipamiento, edificación y adquisición de vivienda, garantías de pago oportuno, apoyos adicionales en subsidio de

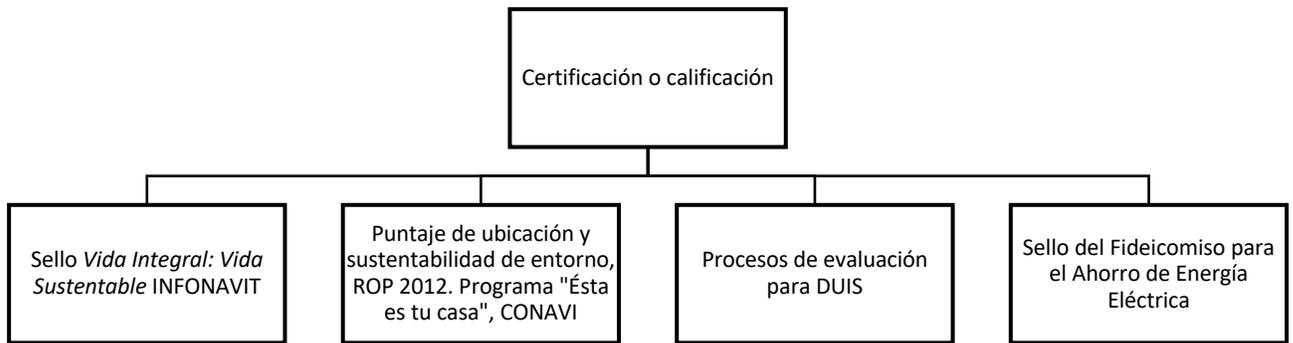
¹³¹ Criterios de Evaluación.

<http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/Proceso/Paginas/Criteriosdeevaluaci%C3%B3n.aspx>
[Consulta 20 de abril de 2013].

acuerdo con la sustentabilidad del proyecto y asistencia técnica en materia de transporte, manejo de residuos sólidos y otros¹³².

El Sello del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)¹³³ es un distintivo que otorgan a los productos que inciden en el ahorro de energía eléctrica. Existen dos tipos de sello: FIDE A. Garantía de ahorro de energía eléctrica, se otorga a equipos eléctricos o electrónicos que utilizan la energía eléctrica eficientemente para realizar un trabajo directamente aprovechable por el usuario (Refrigeradores, lámparas ahorradoras, etcétera). FIDE B. Contribuye al ahorro de energía eléctrica, se otorga a productos que no ahorran energía eléctrica por sí mismos, se considerará para equipos y/o materiales, que gracias a su aplicación o instalación, son capaces de crear condiciones que deriven en potenciales ahorros de energía eléctrica (aislantes térmicos, domos, etcétera)¹³⁴.

Figura 18. Sistemas de certificación o calificación de vivienda sustentable.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Escala local: Distrito Federal

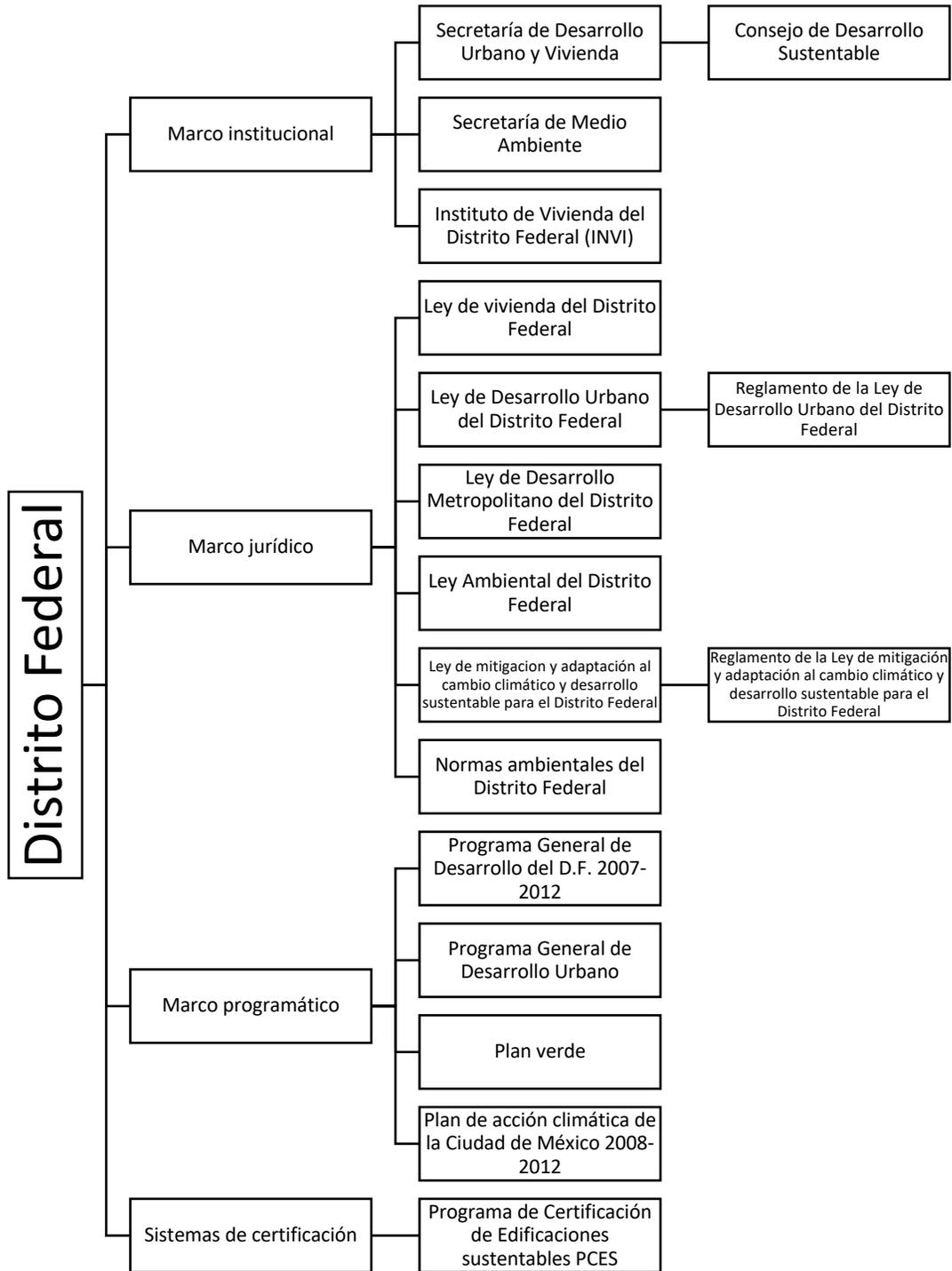
En el siguiente apartado se describe el marco institucional, jurídico, programático y sistema de certificación de la vivienda y el ordenamiento territorial del Distrito Federal en el contexto de cambio climático.

¹³² <http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/Proceso/Paginas/Incentivos.aspx> [Consulta 20 de abril de 2013].

¹³³ El FIDE es un fideicomiso privado sin fines de lucro, que, con la participación de los sectores público, social y privado, impulsará acciones y programas para fomentar el ahorro de energía eléctrica, al mismo tiempo que promoviera el desarrollo de una cultura de uso eficiente de este recurso.

¹³⁴ http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=289&Itemid=270 [Consulta 20 de abril de 2013].

Figura 19. Política pública de vivienda sustentable en el Distrito Federal¹³⁵.



Fuente: Elaboración propia.

¹³⁵ Como se mencionó en la introducción, el periodo en el que se enfoca esta investigación (2007-2012), el nombre de la entidad estudiada era Distrito Federal, por lo que en algunos casos mantienen esa denominación.

Marco institucional

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Distrito Federal (SEDUVI) es la dependencia encargada de diseñar, coordinar y aplicar la política urbana de esta entidad. La planeación urbana que se plantea incluye la orientación de su crecimiento, recuperación de espacios públicos, reactivación de zonas en desuso, protección y conservación del paisaje urbano y la promoción de la construcción de vivienda social autosustentable. Algunos de los objetivos de la Secretaría son el mejoramiento de la movilidad, que el crecimiento autosustentable no se extienda sobre áreas de conservación, el aprovechamiento al máximo de suelo urbano, la productividad, equidad y acceso universal.

La SEDUVI tiene diversos instrumentos para la planeación de CDMX y su gestión en términos urbanos, tales como los programas de desarrollo y la normativa que se actualizan para guiar el desarrollo urbano de acuerdo a las dinámicas, transformaciones y necesidades que se estén gestando en ese momento en materia de uso de suelo.¹³⁶ Cabe señalar que la Secretaría cuenta con un Consejo de Desarrollo Sustentable conformado por especialistas, consultores, académicos y funcionarios; éste tiene como objetivo construir una agenda temática para actualizar el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal con un enfoque sustentable.

La Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal se involucra en el tema de vivienda, a partir del Plan Verde, el cual se desarrolla más adelante.

El Instituto de Vivienda del Distrito Federal (INVI), fue creado para atender la necesidad de vivienda de la población residente en esta entidad, especialmente la de bajos recursos económicos (en principio más vulnerable y en situación de riesgo), a través del otorgamiento de créditos de interés social para vivienda digna y sustentable. El INVI se ha integrado a la meta Habitabilidad y espacio público del Plan Verde y ha incorporado ecotecnias en desarrollos habitacionales nuevos como parte del Plan de Acción Climática de la CDMX. En 2007, el Instituto aprobó criterios de sustentabilidad para ser incorporados en todos los proyectos a partir de 2008; estos incluyen: instalación de un calentador solar por unidad de vivienda, accesorios ahorradores de agua y energía eléctrica, sistemas dúo de doble descarga en inodoros, captación y utilización de lluvia, pozos de absorción, sistema alternativo para el aprovechamiento de aguas de lluvia en inodoros, plantas de tratamiento, instalación de lámparas compactas de bajo consumo, sensores de movimiento, fotocontroles para el alumbrado de los núcleos de escaleras y corredores, ventanas más grandes para el aprovechamiento de luz natural, ecoconcreto en estacionamientos, entre otros¹³⁷.

¹³⁶ <http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/index.php/quienes-somos> [Consulta 3 de mayo de 2013]

¹³⁷ <http://www.invi.df.gob.mx/portal/sustentable.aspx> [Consulta 13 de mayo de 2013] SEDEMA-Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2012). 5 años de avances del Plan Verde. Gobierno del Distrito Federal. México.

En 2008, el INVI otorgó financiamiento a 7 mil 231 acciones de vivienda en 184 predios distribuidos en las delegaciones Iztacalco, Azcapotzalco, Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Benito Juárez. La inversión ha sido de 109 millones 139 mil 145 pesos por la inclusión de las ecotecnias, lo cual es subsidiado por el INVI y en promedio se paga 26 mil 295 pesos por cada vivienda que haya sido seleccionada para la aplicación de estas medidas de sustentabilidad¹³⁸.

Marco jurídico

La Ley de Vivienda del Distrito Federal expedida en 2000 establece las características y objetivos de la política y programas de vivienda de esta entidad, la coordinación con otros programas, instituciones y sectores, los sistemas de financiamiento y crédito y los lineamientos para la producción social de vivienda y vivienda para poblaciones indígenas. Es de notar que en esta Ley no se desarrolla como tal el tema de vivienda sustentable, sin embargo, señala que se considera a la vivienda como un factor de ordenamiento territorial, de desarrollo urbano y preservación de los recursos y características del medio ambiente¹³⁹.

La Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (2010) constituye las bases de la política urbana de la ciudad a partir de la regulación del ordenamiento territorial, la protección de los derechos a la ciudad, el crecimiento urbano controlado y la función del desarrollo sustentable de la propiedad urbana. En el ámbito de sustentabilidad, esta Ley tiene como principio “planear el desarrollo urbano, con base en proyecciones del crecimiento poblacional de CDMX, a fin de *garantizar la sustentabilidad* de la Ciudad mediante el ejercicio de los derechos de los habitantes del Distrito Federal al suelo urbano, a la vivienda, a la calidad de vida, a la infraestructura urbana, al transporte, a los servicios públicos, al patrimonio cultural urbano, al espacio público, al esparcimiento y a la imagen urbana y su compatibilidad con el sistema de planificación urbana del Distrito Federal”. En la Ley se promueve prevalecer la función del desarrollo sustentable de la propiedad del suelo, a través del establecimiento de derechos y obligaciones de los propietarios y poseedores de inmuebles urbanos, respecto de los demás habitantes del Distrito Federal y del entorno en que se ubican. Asimismo, la planeación del desarrollo urbano se debe realizar considerando la instalación de sistemas de ahorro de energía y el aprovechamiento de energías renovables¹⁴⁰.

Cabe destacar un principio importante para el ordenamiento y planeación de la Ciudad: limitar la existencia de zonas unifuncionales, a través del fomento del establecimiento de áreas geográficas con diferentes usos del suelo, que permita una mejor distribución poblacional, la disminución de traslados y el óptimo aprovechamiento de servicios públicos

¹³⁸ <http://www.invi.df.gob.mx/portal/sustentable.aspx> [Consulta 13 de mayo de 2013].

¹³⁹ Ley de Vivienda del Distrito Federal. Publicada 02-03-2000. Última reforma 22-12-2010.

¹⁴⁰ Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Publicada 15-07-2010.

e infraestructura urbana y la compatibilidad de la expansión urbana con la sustentabilidad ambiental, social y económica.

En la Ley de Desarrollo Urbano se mencionan los órganos auxiliares del desarrollo urbano, destacando el Consejo para el Desarrollo Urbano Sustentable que es un órgano permanente de participación plural de los sectores público, social, académico, gremial, empresarial, entre otros, cuyo objeto es asesorar con estudios, propuestas, opiniones, consultas y análisis en materia de desarrollo urbano sustentable. Se procurará incorporar a este Consejo cuando menos a dos miembros del movimiento social y a dos de organizaciones no gubernamentales con conocimientos en el tema¹⁴¹.

Esta Ley cuenta con un Reglamento que tiene por objeto regular la planeación y programación en materia de ordenamiento territorial y el desarrollo urbano en el Distrito Federal. No se menciona nada sobre el tema de sustentabilidad, pero destacan los lineamientos para la realización de un dictamen de impacto urbano-ambiental, el cual tiene por objeto evaluar y dictaminar las posibles influencias o alteraciones negativas causadas al entorno urbano o al medio ambiente por alguna obra pública o privada en el área donde se pretenda realizar, con el fin de establecer las medidas adecuadas para la prevención, mitigación y/o compensación. Se requiere un dictamen de impacto urbano-ambiental para la obtención de autorización, licencia o registro de manifestación, cuando se pretendan ejecutar alguno de los siguientes proyectos: de uso habitacional de más de diez mil metros; de uso no habitacional de más de cinco mil metros de construcción; de usos mixtos de cinco mil o más metros cuadrados de construcción; entre otros¹⁴².

La Ley de Desarrollo Metropolitano del Distrito Federal¹⁴³ tiene por objeto establecer los lineamientos y bases generales de la planeación estratégica para fomentar el desarrollo armónico y sustentable, así como una adecuada coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno que interactúan en las áreas metropolitanas del Distrito Federal y su vinculación con la Zona Metropolitana del Valle de México¹⁴⁴ y la Región Centro del país. La Secretaría de Gobierno es la encargada de coordinar la planeación estratégica y promover convenios¹⁴⁵ para la constitución, integración y funcionamiento de las Comisiones metropolitanas en coordinación con las Dependencias de la materia y las Delegaciones, en

¹⁴¹ Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Publicada 15-07-2010.

¹⁴² Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Publicado en la G. O. 29-01-2004.

¹⁴³ Ley de Desarrollo Metropolitano del Distrito Federal. Publicada 03-01-2008. Última reforma 02-10-2008.

¹⁴⁴ De acuerdo con esta Ley, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es la conurbación entre las delegaciones del Distrito Federal y los Estados y municipios de otras entidades de la República Mexicana, entre cuyos núcleos de población existan vinculaciones económicas y sociales que hagan necesaria la planificación conjunta y la coordinación de determinados servicios y obras.

¹⁴⁵ Con base en el artículo 6 de esta Ley, los convenios de coordinación metropolitana y los acuerdos de carácter metropolitano no podrán tener una vigencia mayor a cinco años, pero podrán refrendarse una vez que sean revisadas las condiciones que contengan.

las áreas de desarrollo urbano, protección al ambiente preservación y restauración del equilibrio ecológico, transporte, agua potable y drenaje, recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos, entre otras.

Para los fines de esta investigación destaca en la Ley que se deben determinar las reglas para la regulación conjunta y coordinada del desarrollo de las zonas conurbadas, prestación de servicios y realización de acciones que acuerden los integrantes de las comisiones.

La Ley Ambiental¹⁴⁶ tiene como objetivo formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, así como los instrumentos y procedimientos para su aplicación. En esta Ley se definen los principios e instrumentos de la política de desarrollo sustentable.

En el tema de planeación del territorio se señala que ésta debe incluir la política de desarrollo sustentable, desarrollo rural y el ordenamiento ecológico. En concordancia con lo que dispone el Artículo 16 de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, la planeación del desarrollo sustentable y el ordenamiento ecológico del territorio, serán junto con el Programa General de Desarrollo Urbano, y demás Programas de Desarrollo Urbano, el sustento territorial para la planeación económica y social en el Distrito Federal.

El Capítulo IV del Título De la Política del Desarrollo Sustentable menciona que los ordenamientos ecológicos deben considerar los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales; el equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; y el impacto ambiental¹⁴⁷ de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras y actividades.

Es importante señalar que la Ley trata la cuestión de las normas ambientales y los sistemas de certificación para el Distrito Federal, los cuales establecen parámetros de calidad ambiental de procesos, productos o desarrollo de infraestructura y equipamiento, y de edificaciones sustentables; esto para inducir patrones de consumo, producción o de desarrollo urbano que sean compatibles o que preserven, mejoren o restauren el medio ambiente. Ambos temas se desarrollan más adelante.

¹⁴⁶ Ley Ambiental. Publicada 13-01-2000. Última reforma 25-07-2012.

¹⁴⁷ De acuerdo con esta Ley, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la autoridad evalúa los efectos que sobre el ambiente y los recursos naturales pueden generar la realización de programas, obras y actividades de desarrollo dentro del territorio del Distrito Federal, a fin de evitar o reducir al mínimo efectos negativos sobre el ambiente, prevenir futuros daños al ambiente y propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Todas las de obras o actividades que impliquen o puedan implicar afectación del medio ambiente o generación de riesgos requieren evaluación de impacto ambiental y, en su caso, de riesgo previo a la realización de las mismas. Entre las obras que requieren autorización son los conjuntos habitacionales.

En el tema de áreas verdes¹⁴⁸ se señala que éstas deben estar incluidas en los programas de desarrollo urbano. Asimismo, se puntualiza que en las edificaciones propiedad del GDF, se instalarán azoteas verdes (en la medida de sus posibilidades); las azoteas verdes se sujetarán a la normatividad que para tal efecto estipule la Secretaría.

En cuanto a las áreas naturales protegidas se estipula que está prohibido el establecimiento de cualquier asentamiento humano irregular, y de nuevos asentamientos humanos regulares o su expansión territorial.

Es de notar que en la Ley se desarrolla un capítulo referente al aprovechamiento de recursos energéticos en el que se menciona que la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal celebrará acuerdos y convenios para el establecimiento de programas que permitan el ahorro de energía y su utilización eficiente, así como para el desarrollo de diferentes fuentes de energía, incluidas las fuentes renovables, conforme a los principios establecidos en la presente Ley.

Asimismo, en la Ley se desarrolla el tópico de la contaminación ambiental, en donde se señalan los requisitos y límites de las emisiones contaminantes a la atmósfera, agua, suelo, subsuelo, redes de drenaje y alcantarillado y cuerpos receptores del Distrito Federal. Llama la atención que se concierta que los criterios para la prevención y control de la contaminación deben considerarse en la ordenación y regulación del desarrollo urbano. Esta Ley cuenta con un Reglamento de 1997.

En la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal¹⁴⁹ se tiene como fin el establecimiento de políticas públicas que permitan propiciar la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la adaptación al cambio climático¹⁵⁰, así como el coadyuvar al desarrollo sustentable. Para la definición de objetivos y metas de adaptación y mitigación se deberán tomar en cuenta las evaluaciones de impacto económico, la inserción de los costos ambientales no considerados en las economías, atlas de riesgo, desarrollo de capacidades de adaptación y demás estudios para hacer frente al cambio climático. Es importante mencionar que, para enfrentar los efectos del cambio climático en el Distrito Federal, se tendrá una estrategia de adaptación en el corto, mediano y largo plazo.

¹⁴⁸ Se considera área verde a cualquier cubierta vegetal en la vía pública; así como área o estructura con cualquier cubierta vegetal o tecnología ecológica instalada en azoteas de edificaciones; así como a zonas de recarga de mantos acuíferos.

¹⁴⁹ Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal. Publicada 16-06-2011.

¹⁵⁰ Esta Ley define el cambio climático como Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.

La Ley tiene como instrumentos el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal, el Plan Verde, el Programa de Acción Climática y la Estrategia Local de Acción Climática de la Ciudad de México, y las demás leyes, reglamentos, programas, planes y políticas del Distrito Federal. Estos se retomarán más adelante en la parte del marco programático.

En esta Ley se decreta la formación de la Comisión Interinstitucional de Cambio Climático del Distrito Federal¹⁵¹, que es un órgano interinstitucional permanente de coordinación, evaluación, medición, verificación y revisión del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México. Entre sus actividades se encuentra diseñar estrategias financieras que generen recursos al Gobierno del Distrito Federal a través de los mecanismos económicos previstos en los instrumentos nacionales e internacionales, para que formen parte de fondo ambiental para el cambio climático. La Comisión debe maximizar el uso de la Comisión Ambiental Metropolitana para la coordinación de esfuerzos con los municipios conurbados del Distrito Federal.

En la Ley se concreta la creación del Fondo Ambiental para el Cambio climático, que es la base de captación y canalización de recursos económicos para acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en el Distrito Federal. Para que las delegaciones puedan firmar acuerdos de coordinación y participar en los recursos del Fondo, éstas deberán contar con programas delegacionales de acción climática; aportaciones económicas propias; mecanismos que permitan la transparencia en el ejercicio de recursos; y sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV).

En materia de mitigación de GEI, se consideran las siguientes directrices: El fomento de creación de sitios de absorción de bióxido de carbono, a partir del incremento de áreas verdes en cada delegación y fomentar la instalación de sistemas de naturación de azoteas (tal como lo plantea la Ley Ambiental). Preservar y aumentar los sumideros de carbono, bajando la tasa neta de deforestación, incorporando ecosistemas forestales a esquemas de pago por servicios ambientales, fomento de fertilizantes orgánicos, fomentar el mercado de bonos de carbono. Procurar la sistematización del manejo de residuos sólidos que no generen emisiones de metano. En los centros urbanos fomentar la implementación de sistemas de transporte público sustentable, operación de programas de verificación

¹⁵¹ Esta comisión está integrada por los titulares de las Secretarías de Gobierno, Medio Ambiente, Desarrollo Urbano y Vivienda, Desarrollo Económico, Obras y Servicios, Desarrollo Social, Salud, Finanzas, Transportes y Vialidad, Seguridad Pública, Turismo, Cultura, Protección Civil, Trabajo y Fomento al Empleo, Educación, Desarrollo Rural y Equidad de las Comunidades, la Oficialía Mayor, los Institutos de Ciencia y Tecnología, Vivienda del Distrito Federal, Asistencia e Integración Social, de la Juventud, de las Mujeres, las Procuradurías Social del Distrito Federal, Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, la Coordinación de Uso Eficiente de la Energía del Distrito Federal, el Sistema de Aguas de la CDMX, el Sistema de Transporte Colectivo Metro, el Servicio de Transportes Eléctricos, el Metrobús, la Red de Transporte de Pasajeros, la Central de Abastos de la CDMX, el Heroico Cuerpo de Bomberos y la Asamblea Legislativa, a través de la Comisión de Preservación del Medio Ambiente y Protección Ecológica y Cambio Climático.

vehicular, construcción de obras públicas, con un enfoque sustentable, fomento para que el alumbrado público, cuente con sistemas ahorradores de energía, que incluyan la utilización y aprovechamiento de energías solares. Fomento a las edificaciones sustentables que incluyan sistemas de eficiencia energética, captación de agua pluvial, rehusó y descarga de aguas residuales, reducción de emisiones contaminantes al aire y manejo de residuos sólidos sustentable. Procurar el volumen de generación eléctrica con energías renovables, especialmente eólica, solar, mini hidroeléctrica, biomasa y basura. Fomentar que las edificaciones se certifiquen dentro del programa de edificación de edificios sustentables. Fomento para que las delegaciones instalen, sistemas de ahorro de energía. Promover que las nuevas construcciones o edificaciones, implementen sistemas de captación, tratamiento y aprovechamiento de agua pluvial para las áreas de sanitarios y reuso y tratamiento de aguas grises para riego de áreas verdes. Las nuevas construcciones o edificaciones deberán contar con redes separadas de agua potable, de agua residual tratada y cosecha de agua de lluvia. Establecer y operar sistemas de monitoreo y reducción de consumo eléctrico del sistema de bombeo de la red de distribución del agua en el Distrito Federal.

En cuanto al Sistema de comercio de Emisiones de Carbono, el Jefe de Gobierno podrá establecer un sistema local de bonos de Emisiones de Carbono. Las utilidades generadas de este mercado serán integradas al fondo ambiental para el cambio climático, para ser destinadas a las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático contempladas en esta Ley y en el Programa de Acción Climática. El Jefe de Gobierno, podrá otorgar reducciones o impuestos fiscales a proyectos y nuevas tecnologías enfocadas al cambio climático.

Sobre el Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal¹⁵², éste regula los instrumentos para la estrategia de cambio climático del Gobierno del Distrito Federal (GDF), como la Estrategia Local, el Programa de Acción climática, los programas delegacionales, el Sistema de Información, Inventario de emisiones de GEI, el Atlas de Riesgo de cambio climático y el Fondo Ambiental.

Las Normas Ambientales del Distrito Federal son disposiciones legales que establecen, por acuerdo entre los distintos sectores de la sociedad, los niveles de sustancias contaminantes que serán considerados “aceptables” o “seguros” para la salud del ser humano y el medio ambiente. Toda norma ambiental debe señalar los valores de las concentraciones y períodos máximos y mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, o combinación de ellos. Actualmente existen 12 Normas ambientales en Distrito Federal.

¹⁵² Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal. Publicado 19-10-2012.

Las normas ambientales que destacan para la temática de esta investigación son¹⁵³:

NADF-021-AMBT-2011. Establece los requisitos mínimos de equipamiento y especificaciones técnicas que deben cumplir las personas físicas o morales y dependencias gubernamentales que lleven a cabo actividades de elaboración de concreto premezclado en el distrito federal, para controlar las emisiones atmosféricas de partículas suspendidas totales (pst), partículas PM10 y menores. Se instituyen las especificaciones del predio de la planta, el transporte y almacenamiento.

NADF-018-AMBT-2009. Establece los lineamientos técnicos que deberán cumplir las personas que lleven a cabo obras de construcción y/o demolición en el Distrito Federal para prevenir las emisiones atmosféricas de partículas PM10 y menores.

NADF-008-AMBT-2005. Establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías. Esta norma ambiental tiene por objeto establecer los criterios para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua; los requerimientos mínimos de calidad; las especificaciones técnicas de instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Marco programático

En el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012 se propone una agenda para la ciudad y establece el rumbo de la acción de la administración pública. Para el fin de esta investigación, destaca el Eje 6, Desarrollo Sustentable y de largo plazo, en el que se incluyen los temas de cambio climático y calentamiento global, calidad de aire, suelo de conservación, gestión ambiental del agua, residuos sólidos y energías renovables. Y el Eje 7, Nuevo orden urbano: servicios eficientes y calidad, donde se describe el estado actual y las estrategias y objetivos que llevará a cabo el Gobierno en los temas de vivienda, infraestructura y transporte público, desarrollo urbano y servicios públicos.

El Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal 2003, constituye en un instrumento indispensable para orientar el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial. El Programa General, como instrumento normativo establece la zonificación primaria del Distrito Federal, fija las políticas y estrategias de un proyecto de ciudad con tratamiento a corto, mediano y largo plazos, y determina los ejes fundamentales para que, en el contexto de un desarrollo equilibrado, se contenga el crecimiento desordenado y se asegure la protección ambiental en un marco de efectiva coordinación interinstitucional.

¹⁵³http://www.sma.df.gob.mx/padla/index.php?option=com_content&view=category&id=53&Itemid=87 [Consulta 15 de mayo de 2013].

El Programa adopta diversos lineamientos estratégicos, entre los que destacan: replantear la integración de la ciudad en la economía mundial con un enfoque de ciudad global, bajo el esquema de “sustentabilidad, equidad y soberanía”. Por lo que considera indispensable fortalecer la política de coordinación metropolitana e impulsar mecanismos de planeación territorial con una visión regional.

Debe notarse que uno de sus propósitos fundamentales es la vinculación de la producción de vivienda a los programas de desarrollo urbano para contribuir a frenar la expansión urbana; evitar la pérdida de población en la ciudad central; atender situaciones de vulnerabilidad; preservar el patrimonio natural; optimizar el uso de la infraestructura, los servicios y el equipamiento existente, pero, sobre todo, para otorgar vivienda a los que menos tienen. Por tanto, el Programa propone conducir el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, desincentivando el crecimiento expansivo descontrolado, particularmente en las delegaciones periféricas, para preservar las zonas de recarga de acuíferos, los ecosistemas naturales y las tierras de producción y usos agropecuarios, orientando el crecimiento hacia las zonas aptas.

En materia de desarrollo sustentable, parte del reconocimiento de la situación de vulnerabilidad de la Zona Metropolitana, debido a la sobreexplotación de los recursos naturales y degradación del medio ambiente, se plantea crear condiciones de bienestar y vida digna, asegurando, a la vez, un medio ambiente sano¹⁵⁴.

El Plan Verde¹⁵⁵ de la Ciudad de México contiene las estrategias y acciones para encaminar a la CDMX hacia la sustentabilidad ambiental *del desarrollo*. El Tema 2, Habitabilidad y Espacio Público tiene como objetivo rescatar y crear espacios públicos para hacer de la ciudad un lugar de integración social que ofrezca mejor habitabilidad, confort y equidad. Este Tema contiene a la Estrategia 2, el impulso al desarrollo de vivienda y edificaciones sustentables, a partir de la atención a la demanda de vivienda, la racionalización de los recursos hídricos y el aprovechamiento las energías renovables.

La estrategia general era el otorgamiento de 10,892 créditos para vivienda con criterios de sustentabilidad, así como ampliación del presupuesto para la construcción de la red de agua de lluvia; diseño de programas ambientales orientados al aprovechamiento de energías renovables en pro del medio ambiente, en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente; y el impulso al cumplimiento de la norma NMX-NORMEX-001-2005 para que las viviendas contaran con calentador solar individual.

En el Informe Final del Plan Verde, se señala que, en materia de vivienda, los objetivos se orientaron a vigilar que la construcción de vivienda obedeciera a las necesidades del

¹⁵⁴ Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Publicado 31-12-2003.

¹⁵⁵http://www.sma.df.gob.mx/planverde/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=56 [Consulta 27 de mayo de 2013]

ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, generar empleo, el desarrollo productivo y económico, mediante el desarrollo de la vivienda bajo un enfoque que atendiera los criterios de sustentabilidad.

A julio de 2012, se ha cumplido el 84% de la Estrategia, se informa que entregaron 9,132 viviendas con características sustentables, con lo que se beneficiaron 36,528 personas¹⁵⁶.

El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México busca Integrar, coordinar e impulsar acciones públicas en el Distrito Federal para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático y promover el bienestar de la población mediante la reducción de emisiones y la captura de gases de efecto invernadero. El sector Energía tiene como estrategia la eficiencia energética, el uso de energía renovable, y la reducción de la dependencia a fuentes únicas de energía; todos aspectos relevantes para el sector vivienda.

Sistemas de certificación

El Programa de Certificación de Edificios Sustentables¹⁵⁷ constituye un instrumento de planeación de política ambiental dirigido a transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental. Tiene como finalidad contribuir en la conservación y preservación de los recursos naturales en beneficio social y mejorar la calidad de vida de los habitantes de CDMX.

Los beneficios ambientales esperados del Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables son: uso eficiente y responsable de los recursos natural; reducción de emisiones de GEI, del efecto isla de calor urbano, además de los encharcamientos en la ciudad, gracias a mayor presencia de áreas verdes y naturación de azoteas; ahorro y eficiencia energética por la sustitución de lámparas y ahorro en gas; aplicación de tecnologías de energías alternativas, como los paneles solares; cumplimientos más allá de la normatividad en términos del reuso y descarga de aguas residuales, emisiones contaminantes al aire, ahorro de energía y generación y manejo de residuos sólidos.

Los certificados de edificaciones sustentables serán expedidos de acuerdo con el grado de cumplimiento de los criterios de sustentabilidad, mediante tres categorías de certificación: cumplimiento 21 a 50 puntos, eficiencia 51 a 80 puntos y excelencia 81 a 100 puntos.

Los criterios especificados en este programa tienen que ver con energía, agua, manejo de residuos, calidad de vida y responsabilidad social, impacto ambiental, otorgando a cada uno una puntuación determinada con base ponderada sobre 100 puntos.

¹⁵⁶ SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2012). 5 años de avances del Plan Verde. Gobierno del Distrito Federal. México.

¹⁵⁷ Programa de Certificación de Edificios Sustentables. Publicada el 25-11-2008.

Los beneficios derivados del proceso de certificación, distribuidos en tres niveles (Cumplimiento, Eficiencia y Excelencia Ambiental), son: plusvalía de la propiedad, retorno de la inversión, reducción en el consumo y pago de luz, agua y otros, por el uso eficiente de los recursos, incremento de la productividad personal, mejoramiento de las condiciones de salud y bienestar ocupacional, cumplimiento normativo y reconocimiento nacional e internacional como miembro del grupo de Edificaciones Sustentables.

Capítulo 4

Vivienda sustentable en la Ciudad de México



"Urban heat", Urban Ecology | Climate Change Series, Danielle Nelisse, 2013.

En este capítulo se analiza la vivienda sustentable edificada en CDMX desde el enfoque del metabolismo urbano y la ecología política urbana. Específicamente, una unidad habitacional ubicada en el pueblo de Santa Úrsula Coapa, construida a partir del programa de Vivienda Sustentable del Instituto de Vivienda del Distrito Federal (INVI).

En la primera sección se desarrolla la parte teórica y metodológica del metabolismo urbano y la ecología política urbana. En la segunda parte se hace una revisión del metabolismo de la vivienda. En la última sección, se describe el proyecto de la unidad habitacional, el conflicto surgido en torno a la construcción de la unidad, y el perfil metabólico, enfocado en el análisis comparativo del consumo energético entre las viviendas del INVI y las viviendas de la zona.

4.1 Metabolismo socioambiental

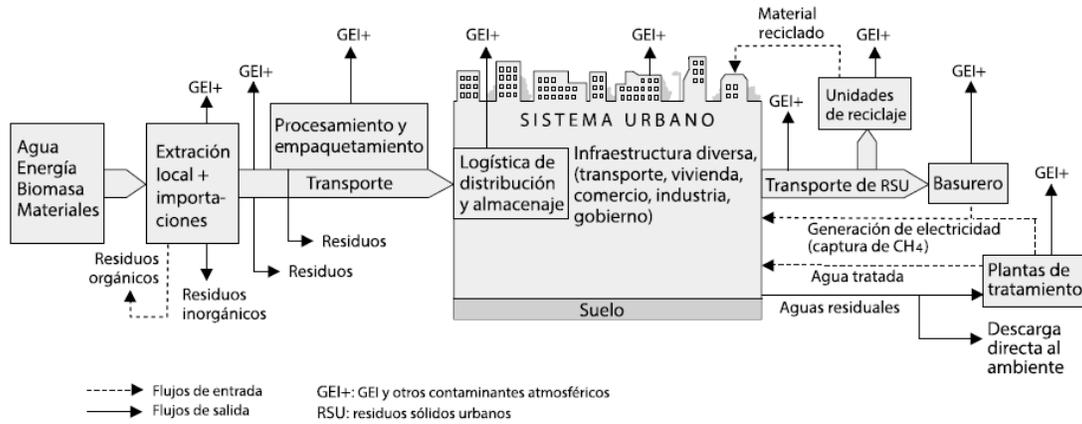
Los sistemas antropogénicos pueden ser pensados y analizados como organismos conformados por flujos y stocks de energía y materiales definidos en un tiempo y espacio determinado. Los flujos que se intercambian con los alrededores o sistemas lejanos (*hinterland*¹⁵⁸) son de dos tipos, los que entran al sistema y los que salen del mismo en forma degradada:

“Los asentamientos humanos toman cuerpo en territorios concretos con características biofísicas naturales específicas. El suelo construido demanda intercambios de materia (biótica, abiótica, de origen natural o antrópico) y energía (renovable o no-renovable) con sus alrededores o hinterland y más allá. Tales intercambios se dan en dos sentidos, en términos de flujos de materiales y energía que entran a los asentamientos y en flujos de materiales y de energía degradados que salen. Y dado que los flujos de salida son diversos no sólo en términos de composición biofísica sino en cuanto a su tiempo de vida útil, se habla así de la conformación - territorializada- de un stock de materiales” (Delgado, *et. al.*, 2015: 198).

Particularmente, el metabolismo urbano, desde una perspectiva lineal, se refiere al análisis de los flujos y stock de energía y materiales de entrada y de salida de un sistema urbano. Los flujos de entrada en los que se centran los análisis son: energía, alimentos y agua; y los flujos de salida: CO₂, residuos sólidos y aguas residuales. No obstante, desde que inicia hasta que acaba el ciclo de cada flujo se generan GEI, incluso aunque se realice reciclaje. Véase la figura 20.

¹⁵⁸ Debido a que las ciudades son mayormente parasitarias, ya que no producen lo que consumen, tienen una gran dependencia a los alrededores (hinterland) que se utilizan tanto como fuente de energía y materiales, así como para su posterior disposición. Es de notar que, en la actualidad, esos sitios se encuentran cada vez más alejados de las fronteras con los asentamientos urbanos.

Figura 20. Esquematación del metabolismo urbano: flujos de entrada y salida de energía y materiales y conformación de stock o infraestructura urbana.



Fuente: modificado de Delgado et al., 2012.
 Diseño gráfico: Ángeles Alegre Schettino.

Fuente: Delgado, et. al., 2015: 53.

Una herramienta que permite dar cuenta de la trayectoria de estos flujos es el Análisis de Flujos de Materiales y Energía (MEFA por sus siglas en inglés), ya que conecta las fuentes, vías y sumideros de materiales y energía de un sistema.

Antes de que el MEFA fuera formulado y se desarrollara su metodología, este tipo de análisis ya había estado presente en diversos campos como en el de la medicina, química, economía e ingeniería¹⁵⁹. Recientemente, se ha utilizado en el manejo de recursos, residuos y medio ambiente.

El análisis MEFA se basa en el principio del balance de la materia y la energía, es decir, en la conservación de la materia, donde las entradas son iguales a las salidas (Brunner y Rechberger, 2004: 5)¹⁶⁰. Sin embargo, se debe tomar en consideración la segunda ley de la termodinámica que se refiere a la ley de la entropía, la cual señala que a pesar de que no

¹⁵⁹ En el campo de la medicina, en siglo XVII, uno de los primeros reportes acerca del análisis del flujo de materiales fue realizado por Santorio, su interés se centraba en entender el metabolismo humano. En el siglo XX, el concepto de análisis de flujos emergió de varios campos de estudio, los investigadores utilizaron la ley de la conservación de la materia para balancear los procesos. Por ejemplo, en el campo de la ingeniería química, era una práctica común analizar y balancear las entradas y salidas de las reacciones químicas. En el campo de la economía, en la década de los treinta, Leontief introdujo las tablas de entrada y salida (Brunner y Rechberger, 2004: 5).

¹⁶⁰ El químico Antoine Lavoisier demostró empíricamente que el total de materia no cambia durante un proceso químico: “Ni los experimentos realizados por el hombre, ni los cambios en la naturaleza pueden crear materia, así es un principio que en todo proceso la cantidad de materia no cambia” (Brunner y Rechberger, 2004: 5).

hay cambios en la materia, ésta no tiene la misma capacidad de producir trabajo¹⁶¹ (Delgado, *et. al.*, 2015: 52).

Los primeros estudios en el campo de la conservación de los recursos y manejo ambiental aparecieron a mediados de los años sesentas; estos se centraron en dos áreas: el metabolismo de las ciudades y en el análisis regional de los contaminantes en cuencas o áreas urbanas (Brunner y Rechberger, 2004: 5). Más adelante se realizaron estudios desde la economía ecológica y la ecología industrial.

Metabolismo urbano

El primer autor en usar el término metabolismo de las ciudades fue Abel Wolman, en 1965. Este autor usó datos de producción y consumo de bienes para establecer los flujos de entrada y salida per cápita en una ciudad hipotética norteamericana de un millón de habitantes. Para Wolman el metabolismo urbano era definido como “todos los materiales y productos básicos necesarios para mantener a los habitantes de la ciudad en sus casas, trabajos y lugares de recreación” (Wolman, 1965: 179). Esto representa un sinnúmero de transacciones de entradas y salidas, por lo que el autor sólo se enfocó en las entradas más comunes en las ciudades: agua, alimentos y combustibles (energía) y en las salidas: aguas residuales, residuos sólidos y contaminación del aire (Ibídem: 180).

La teoría de Wolman no examina ni critica los parámetros que condicionan y orientan las opciones de planificación y gestión territorial. Sin embargo, los estudios de Kennedy, *et. al.* (2007) pueden contribuir a ampliar la concepción del metabolismo, ya que lo considera como la suma total de procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en las ciudades, los cuales tienen como consecuencia el crecimiento, la producción de energía y la eliminación de residuos.

Cabe mencionar que los primeros estudios de metabolismo urbano se enfocaron únicamente en el análisis de flujos de materiales y después se incorporaron los de energía; es de notar que en estos estudios se observaban los flujos metabólicos de manera linear. Posteriormente, se amplió la visión a un modelo cíclico, es decir, de ciclos cerrados de materiales, los cuales toman en cuenta el reciclaje de los flujos de salida¹⁶²; por ejemplo, la

¹⁶¹ Cabe resaltar que, para los términos de esta investigación, una ciudad sustentable, es aquella cuyos flujos de entrada y de salida de energía y materiales tienden a ser cerrados (considerando la entropía), sería necesario analizar los impedimentos tanto fuera, como dentro del sistema que no permiten la circularidad de esos flujos.

¹⁶² El ciclo no puede ser totalmente cerrado debido a la Ley de la entropía, por esta razón se habla de reciclaje parcial. En la actualidad, la mayoría de las ciudades son sistemas lineales, es decir, su metabolismo consiste en consumir materiales y bienes de su *hinterland* que son transformados en infraestructura para energía, suministro de agua, edificios, comunicación o movilidad; por lo regular, el reciclado y el reuso son limitados. Todos estos procesos producen desechos y contaminantes atmosféricos.

minería urbana en el caso de la construcción. En este sentido, en los últimos años se ha incorporado el análisis del stock urbano¹⁶³. Los estudios también se han orientado a examinar ciertos componentes de cada flujo metabólico (Delgado, *et. al.*, 2015).

En general, los autores que han realizado métodos más específicos para cuantificar la cantidad de energía y materiales en las áreas urbanas y han investigado los efectos en los largos flujos del agotamiento de los recursos y el medio ambiente se han enfocado en ciudades de países desarrollados¹⁶⁴. Destacan los trabajos de Hanya y Ambe, (1976), Zucchetto (1975), Newcombe, *et. al.* (1978), Baccini y Brunner (1990 y 2012), Ayres *et. al.* (1994), Fischer-Kowalski, *et. al.* (1998 y 2007), Huang (1998), Kennedy *et. al.* (2007, 2009 y 2011), Barles (2007 y 2009), Minx *et al.* (2010) y Zhang, *et. al.* (2009 y 2013).

En cuanto a las ciudades de países en desarrollo, destacan los análisis de Cristian Díaz-Álvarez (2011) que realiza un estudio histórico del metabolismo de Bogotá¹⁶⁵ y los de Gian Carlo Delgado (2012, 2013 y 2015) que hace un análisis comparativo entre flujos de energía, agua, alimentos, emisiones de CO₂, residuos sólidos y agua residual, a partir de los perfiles metabólicos de algunas ciudades latinoamericanas como CDMX, Sao Paulo, Lima, Bogotá, Río de Janeiro, Buenos Aires, Caracas, Quito y Montevideo (véase cuadro 14).

¹⁶³ El stock se define como material de reserva dentro del sistema analizado; es parte de la masa almacenada (tiene unidad física en kilogramos). Los stocks son característicos de los sistemas metabólicos, pueden ser constantes, incrementar (a partir de la acumulación de materiales) o decrecer (Brunner y Rechberger, 2004: 4), dependiendo del momento de desarrollo de cada ciudad. Es importante mencionar que los stocks juegan un papel importante en la contribución al cambio climático, ya que los materiales de la infraestructura contienen una gran cantidad energía incorporada, en especial el acero, cemento y aluminio; tal y como se verá más adelante en el caso de la vivienda.

¹⁶⁴ Por ejemplo, Duvigneaud y Denayer-De Smet realizaron estudios para el caso de la ciudad de Bruselas, en el que se centraron en la evaluación de las entradas y salidas de bienes como combustibles, materiales de construcción, alimentos, residuos, agua, agua residual y emisiones. En este estudio se concluyó que Bruselas es altamente dependiente de sus alrededores o *hinterland*, además de que los flujos lineales de energía y materiales tienen como resultado altas cargas de contaminantes que deterioran la calidad del agua, aire, suelo de la ciudad y sus alrededores. En este sentido, los autores resaltan la necesidad de cambiar la estructura de la ciudad de manera que se mejore la utilización de la energía y materiales, se creen ciclos de materiales y se reduzcan las pérdidas ambientales (Brunner y Rechberger, 2004: 8).

A finales de los setentas, Newcombe, *et. al.* (1978) realizaron el análisis metabólico de Hong Kong, encontrando que tanto la energía como los materiales utilizados en la infraestructura eran de un orden de menor magnitud que en otras ciudades desarrolladas. Estos autores concluyeron que el crecimiento mundial del consumo de materiales a los niveles de las ciudades modernas, requerirían largas cantidades de materiales y energía, lo que resultaría en impactos globales negativos para los recursos y el medio ambiente (Brunner y Rechberger, 2004: 8).

¹⁶⁵ Véase Delgado Ramos, *et. al.* (2016). Los desafíos de la ciudad del siglo XXI. Senado de la República / CEIICH-UNAM, PUEC-UNAM, PUMA, UNAM, México.

Cuadro 14. Patrones de flujos metabólicos de algunas ciudades latinoamericanas.

Ciudad	Población (millones de habitantes)	Densidad Poblacional (habitantes por km ² , incluye suelo rural y de conservación)	Energía (PJ, total)	Agua Potable (litros per cápita/día)		Alimentos (per cápita/día)		Emisiones sectoriales directas (kg de CO ₂ e per cápita/día)	Aguas residuales (litros per cápita/día)	Residuos sólidos (kg per cápita/día)
				Flujo total de entrada	Consumo real estimado (contabilizado)	Peso total (kg)	GEI de carne, leche y huevos (kg de CO ₂ e)			
Ciudad de México (ZMVM)	8.85 (22*)	6,020 (2,845)	706*	327	220	1.91	1.89	6.8*	≈390 ***	1.4
Sao Paulo (Metro)	11.31 (20*)	7,492 (2,492*)	≈277.8 **	290	186.8 191	1.99	2.91	4.1	120	0.93
Lima (+Callao)	8.6 (9.6*)	3,225 (3,405*)	≈185- 200* **	234- 250*	150*	1.72	0.7	14.1	196	1.86
Bogotá D. C.	7.3 (9.85*)	4,599 (5,687*)	228.7	428	171	1.82	1.99	5.17	192	0.76
Río de Janeiro	6.35 (11*)	5,250 (1,948*)	≈161 **	472	237.8 226	1.99	2.91	1.9	170	0.98
Buenos Aires (Gran Bs As.)	3 (12*)	14,778 (3,130*)	337.8	535*	370*	2.06	4.31	9.04	500*	1.66
Caracas Capital (AMC)	2.1 (3*)	4,910 (3,771*)	---	≈509 (≈620*)	≈400 (474*)	1.97	2.38	3.5	---	0.99- 1.2
Quito	1.6 (2.2*)	4,545 (527*)	≈50.1*	271*	189*	1.41	1.76	≈13 (25.7*)	---	0.73
Montevideo	1.3 (1.7*)	2,488	≈97 ****	368 *****	181 *****	2.14	2.99	8.1- 8.2	---	1.4

* Estimación a escala metropolitana.

** Estimación optimista.

*** Incluye fugas de agua, agua de lluvia y otras fuentes irregulares.

**** 13 PJ corresponden a energía eléctrica (se estima un consumo per cápita nacional de 2,904 kWh); el resto ha sido estimado con base en consumos per cápita y agregados a nivel de la población de Montevideo: ~10 PJ a gas natural, 27 PJ de gasolina, 40 PJ de diésel y 6.9 PJ de otros combustibles (fueloil, queroseno, etcétera).

***** Agua producida y agua consumida considerando todo tipo de consumos (industriales, comerciales, gobierno y domésticos) para el año 2013. Pérdida en fugas, tanto físicas como aparentes, del orden del 50.7% (Solicitud de información OSE RPSG N° 94-14).

1 54 PJ de electricidad; 56 PJ de gas natural y más de 75 PJ de combustibles para el transporte (se estiman hasta 90 PJ).

Fuente: Delgado, 2014: 161-162.

Existen varias ventajas de realizar un análisis del perfil metabólico de las ciudades, una de ellas es que permite identificar el tipo de consumo de energía y materiales que utilizan los asentamientos urbanos para la construcción, nutrientes, residuos y emisiones de gases de efecto invernadero; además de examinar los impactos ambientales tanto dentro como más allá de los límites del sistema. Hoy en día cada habitante consume el doble de materiales que una persona que vivió en 1900, lo que resulta en un aumento en la extracción, “se estima que entre 47 y 59 miles de millones de toneladas de materiales de todo tipo fueron extraídos en el año 2000; esto es ocho veces la cantidad extraída a principios del siglo XX” (Krausmann, *et. al.*, 2009; Sustainable Europe Research Institute, 2008).

El tipo de materiales que se extraen también ha cambiado, pasó de la dominación de biomasa (productos de la agricultura, madera, entre otros) a un incremento en la concentración de minerales (metálicos y no metálicos) (Hashimoto, Tanikawa y Moriguchi, 2007). Esto significa que el mayor incremento de extracción se encontró en los materiales de construcción utilizados para urbanizar, expandir infraestructura y edificar tejido urbano, principalmente, vivienda. La extracción de materiales para construcción incrementó 34 veces sobre los niveles de 1900 (Ferrão, P. and J. Fernández, 2013: 33).

En términos metabólicos, el incremento de materiales en un sistema urbano representa una adición al stock de larga duración, tanto de materiales como de energía, ya que encierran una capacidad de incrementar el consumo de energía por décadas. Asimismo, la extracción generalizada, la excesiva demanda de materiales críticos y la disipación de residuos promovidos por las ciudades, a escala regional e internacional, tendrá como resultado una escasez de recursos y conflictos nacionales y regionales.

Una ventaja más de cuantificar el perfil metabólico de las ciudades es que brinda una base para realizar comparaciones entre los asentamientos; desde luego, también da cuenta de que cada sistema urbano tiene características propias. Esto es las diferencias en los ciclos de cada sistema están influenciados por condiciones biofísicas, como el clima y vegetación; la forma urbana, incluyendo la morfología, el tipo de uso de suelo, la densidad poblacional (por ejemplo, la baja densidad y el esparcimiento de las ciudades generalmente tienen un alto requerimiento de energía, en comparación con los asentamientos compactos); la edad de la ciudad y etapa de desarrollo; y la infraestructura, tecnologías disponibles, códigos de construcción de edificaciones, tipo de movilidad (transporte privado, público, masivo, motorizado o no motorizado) y manejo de residuos; los niveles de consumo de los habitantes y el grado de desigualdad entre ellos.

Cabe mencionar que todos estos elementos están intrínsecamente relacionados con el contexto social, cultural, económico y político de los asentamientos en un tiempo y espacio determinado y, por tanto, establecen el tipo de interacción que tienen las ciudades con el medio ambiente y su *hinterland*; particularmente, cómo se intercambia materia y energía, quién se apropia de qué, cómo y con qué beneficio, preguntas que se plantea la Ecología política urbana.

Estas diferencias se pueden observar en el análisis de los perfiles metabólicos realizados en las ciudades latinoamericanas por Delgado (2013). Por ejemplo, si se toma como único criterio la población, CDMX y Sao Paulo, Buenos Aires y Río de Janeiro o Lima y Bogotá podrían tener un metabolismo parecido. No obstante, si se profundiza en su perfil, existen variaciones debido a factores ambientales, la etapa de desarrollo y diferencias en el tipo de políticas, entre otras. Coincidentemente, en todas las ciudades se ha intensificado el consumo de energía (véase Delgado, 2014).

Otra ventaja de realizar estudios que cuantifican el metabolismo urbano es que contribuye a identificar la intensidad con la que es usada un recurso y su circularidad en el sistema urbano. Esto permite construir indicadores medibles y cuantificables, así como modelos de sustentabilidad que vayan más allá de las representaciones unidimensionales, es decir, que dan cuenta de los factores multiescalares, multidimensionales y multitemporales que correlacionan diferentes elementos del sistema con los flujos de energía y materiales que se requieren. Es de notar que los indicadores y modelos proporcionan una base para discutir el tipo de cambios que necesita el asentamiento y así poder planear integralmente las ciudades, a partir de políticas públicas y la participación ciudadana.

4.2 Metabolismo de la vivienda

Tal y como se examinan los flujos de entrada y salida de energía y materiales en un sistema completo como la ciudad, este tipo de análisis se puede llevar a componentes más específicos, en este caso la vivienda. El metabolismo de la vivienda se relaciona con el análisis de ciclo de vida de la misma.

El análisis de ciclo de vida (LCA, *Life cycle assessment*) por sus siglas en inglés, “es la evaluación de entradas, salidas y potenciales impactos ambientales de un producto en un sistema a lo largo de su vida” (ISO. 1440, 2006). Es conocida como la valoración de la cuna a la tumba de un producto, proceso o servicio; el termino ha comenzado a llamarse de la cuna a la cuna, refiriéndose a un ciclo cerrado, es decir, la inclusión de la etapa de reciclaje y reuso.

Es de notar que la vivienda es un subsistema más del sistema ampliado ciudad, por lo que todos los procesos que ocurren en la vivienda son parte de la ciudad. Este tipo de estudios coinciden con el interés de los análisis sistémicos, los cuales reconocen la necesidad de ver la vida de un producto como un todo y no sólo considerar la energía utilizada en la producción, sino que además contemplar los recursos utilizados y los residuos generados.

En el caso de la vivienda, cuando se adopta un enfoque de LCA, las edificaciones son consideradas como sistemas en los que se pueden identificar los flujos de energía y materiales en diferentes etapas: (1) la extracción de recursos y producción de materiales;

(2) la construcción; (3) la operacionalización y el uso de la vivienda; (4) la disposición y minería urbana (Zuo, *et. al.*: 2017: 359).

El proceso inicia desde la extracción de recursos y la producción de materiales, esto permite visibilizar el tipo de materiales que se utilizan para construir la vivienda, el lugar de dónde provienen y la energía que se utiliza tanto para extraerlos como para transportarlos¹⁶⁶.

En las certificaciones de edificaciones más avanzadas¹⁶⁷, ya se considera como aspecto importante el lugar donde se obtienen los materiales de construcción. Por ejemplo, para la certificación LEED se requiere que al menos el 20% de los materiales de construcción sean producidos cerca de 800 km a la redonda del sitio de construcción; el Estándar de evaluación de China sugiere que se elijan estructuras de edificaciones y componentes prefabricados localmente para controlar la distancia de transportación (Zhang, *et. al.*, 2017: 268).

En general, los actores involucrados en esta etapa: arquitectos, constructores, proveedores de piedras o fabricantes, o cualquier otra persona involucrada en el proceso, no evalúan en términos de gasto de energía, materiales o cualquier otro recurso, es decir la huella ecológica de la construcción, únicamente se enfocan en el costo monetario (Ferrão, P. and J. Fernández, 2013: 25). Esto a pesar de que más del 70% del total de materiales que fluían en la sociedad (por peso) y entre el 20-30% de los residuos de la sociedad eran contabilizados a partir de actividades relacionadas directa e indirectamente por la construcción (Ausubel y Sladovich, 1989; Ayres y Simonis, 1994; Allenby, 1999; Wernick, *et. al.*, 1997) (Ferrão, P. and J. Fernández, 2013: 27).

La segunda etapa del metabolismo es la que se refiere a la construcción de la vivienda. Los edificios requieren grandes toneladas de rocas, grava y otros agregados de cemento, acero, aluminio, ladrillos y tejas, pintura, barniz, plástico, papel, yeso y otros materiales. Todos

¹⁶⁶ En la actualidad, la industria de la construcción se encuentra fragmentada y ampliamente distribuida geográficamente para la máxima eficiencia y rentabilidad económica; por esta razón, moviliza una cantidad masiva de materiales y, por tanto, gasta una enorme cantidad de energía. Estos movimientos de escala global-local, son beneficiados por un tejido internacional de intercambios que satisface las demandas tanto del mercado global como del local; esto significa que provee los medios para que los productos puedan ser vendidos y transportados a cualquier parte del mundo. Así, se puede decir que las ciudades son producto de las transferencias globales contemporáneas que facilitan el consumo intensivo de energía y materiales. La extracción de otros continentes que suministran a las ciudades por medio de la carga internacional, transfiere instrumentos de valor financiero, de información y de personas (Ferrão, P. and J. Fernández, 2013: 27).

¹⁶⁷ Desde 1990, se han desarrollado estándares o esquemas para evaluar las edificaciones verdes. Entre los que destacan están el Código para hogares sustentables (CSH), implementado en 2010 en el Reino Unido; la certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, por sus siglas en inglés) creado por el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos (U.S. Green Building Council), cuya última versión es de 2013; y el Estándar de Evaluación para edificios verdes de China (ESGB), actualizado al 2014.

estos forman parte del stock de larga vida de la ciudad y son los que permiten que se sostenga la población urbana por largos años.

El tipo de materiales que se utilizan para las viviendas determina el consumo de la cantidad de energía y materiales. Por ejemplo, en las certificaciones a edificaciones, se toman en cuenta que los materiales utilizados no contribuyan a que sean calientes o frías las viviendas (dependiendo del lugar en el que está localizada la vivienda).

Se ha identificado que los materiales que emiten mayor cantidad de GEI son: cemento, acero y aluminio. En 2008, estos materiales contribuyeron más de la mitad de las emisiones de la industria (acero 25%, cemento 19% y aluminio 3%) y 17% de la energía total y procesos relacionados a la emisión de CO₂. Las emisiones de los otros materiales fueron menos importantes para el stock en la infraestructura (por ejemplo, el plástico y el papel contribuyeron con cerca del 3% de la energía y procesos relacionados con las emisiones), o bien, sus emisiones fueron poco significativas, como en el caso de otros metales y la grava (Müller, *et. al.*, 2013: 11742). Por esta razón, estos son los tres materiales clave que se analizarán en la unidad habitacional de Tlalpan.

En esta etapa la industria de la construcción juega un papel fundamental, ya que es la que contribuye a la expansión de la infraestructura en los centros urbanos contemporáneos, esto a partir de carreteras, edificaciones, red de energía, sistema de agua, entre otras. Es de notar que las ciudades son materialmente intensivas, por lo que grandes volúmenes de materiales son movilizados, procesados y puestos al servicio de infraestructuras de gran escala que necesita la población urbana¹⁶⁸. Cabe mencionar que la primera entrada de energía y materiales (primera etapa de urbanización) es la que permite movilizar los materiales de la siguiente etapa del metabolismo de la vivienda, principalmente, energía, agua y alimentos.

En la etapa de construcción, además de la ubicación y los materiales, también es importante el diseño arquitectónico de las viviendas, por ejemplo, que sean de un tamaño razonable, tomando en cuenta la relación entre las ventanas y las paredes, así como la orientación de la vivienda para que se maximice el uso de la luz natural y la ventilación; así como las áreas verdes; inclusive en algunos códigos, como el CSH evalúan que se consideren espacios para secar la ropa y los estacionamientos de bicicletas (para reducir el uso del automóvil y, por tanto, el consumo energético y las emisiones de GEI). Asimismo, se incentiva a incorporar ecotecnologías como calentadores solares, sistema de captación de lluvia, WC ahorradores.

¹⁶⁸ A medida en que la infraestructura y la construcción del stock se va completando, la entrada de materiales tenderá a disminuir; mientras el uso de la energía continuará incrementándose (Ferrão, P. and J. Fernández, 2013: 37).

En la etapa de operacionalización y uso de la vivienda los patrones de consumo de las personas que habitan las viviendas juegan un papel importante¹⁶⁹, ya que sus hábitos y costumbres de consumo establecen la cantidad de energía y materiales utilizadas. En el caso de la energía, los aspectos que pueden ser considerados son: la iluminación interior y exterior y la utilización de electrodomésticos ahorradores de energía, el uso de espacios para el secado de ropa (en lugar de la secadora), el aire acondicionado y calentadores. Es relevante la implementación de prácticas como apagar las luces y electrodomésticos cuando no se ocupen. Otros aspectos son la disminución del consumo de agua, a partir del reciclaje y captación de agua y la cantidad de residuos que generan (separación, reuso y reciclaje). Este punto es retomado en el caso de la unidad habitacional analizada.

El lugar donde se ubica la vivienda puede significar un cambio en el consumo de energía y materiales, porque puede ser que en la etapa de construcción se utilizan materiales energéticamente sustentables, pero si la vivienda se construye fuera de la ciudad, los patrones de consumo de energía y materiales de los habitantes tenderán a aumentar al tener que ser trasladados. Por ejemplo, la certificación LEED otorga un alto puntaje a las edificaciones que tienen la distancia corta entre la vivienda y medios de transporte como estaciones de metro o autobús (Zhang, *et. al.*, 2017: 268). Por esta razón, es necesario observar a la vivienda dentro de un sistema de ciudad que permita analizarla como un subsistema que necesita recursos para funcionar; por ejemplo: al integrar procesos como la ubicación y el transporte.

La última etapa es el momento en el que demuelen la vivienda y se pueden reciclar ciertos materiales del stock, esto es parte esencial de lo que se denomina como “minería urbana”. La vida útil y durabilidad de una vivienda puede variar dependiendo de factores como el diseño arquitectónico y constructivo, calidad de los materiales de construcción, medio ambiente interior y exterior, calidad de la mano de obra, tipo de uso del edificio; tipo y grado de mantenimiento (véase ISO 15686). La mayoría de los edificios residenciales tienen una vida de entre 50 y 99 años (Hernández, 2014: 111)

Es importante mencionar que el análisis del ciclo de vida de la vivienda permite examinar la manera en la que cada etapa de la vivienda contribuye en la generación de GEI. De esta manera, se pueden determinar puntos clave para realizar acciones en la disminución de energía y materiales y de GEI, y, por tanto, del impacto ambiental del sector vivienda.

Para ejemplificar el metabolismo de vivienda, se desarrolla un ejemplo de vivienda sustentable.

¹⁶⁹ El consumo de bienes ha incrementado en los últimos dos siglos y no hay señales de que este patrón cambie. Si continúa los patrones de consumo actuales, necesitaremos dos planetas.

4.3 Características de la Unidad habitacional Tlalpan 3155, Santa Úrsula Coapa

Antecedentes

El predio se localiza sobre la calzada de Tlalpan en el número 3155 esquina con el callejón Esfuerzo número 9 Col. Pueblo de Santa Úrsula Coapa en la delegación Coyoacán. La superficie total es de 2,678 m². Antes de la construcción tenía una forma irregular, sensiblemente plano y existía vegetación y algunos árboles (véase figura 21).

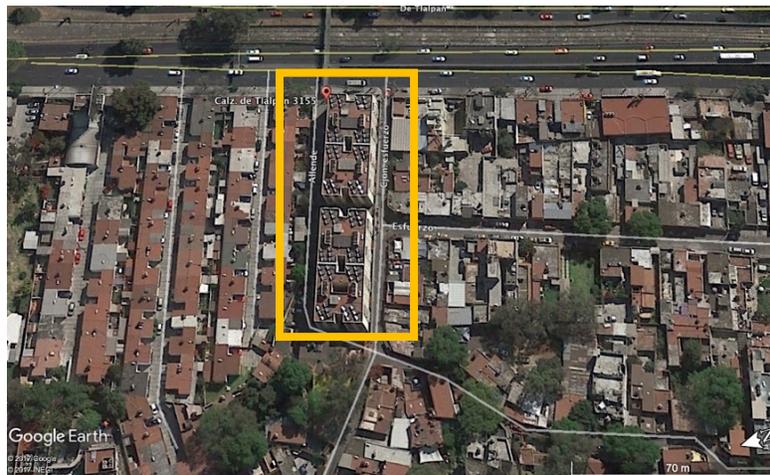
Figura 21. El predio antes de realizar la construcción.



Fuente: Google Earth, 2009.

El proyecto planteó la construcción de cuatro edificios en condominio con viviendas de interés social.

Figura 22a. El Unidad habitacional terminada.



Fuente: Google Earth, 2017.

Descripción

La unidad habitacional consta de cuatro edificios de seis niveles cada uno con cuatro viviendas por nivel. Cada uno de los edificios cuenta con 24 departamentos, sumando un total de 96 departamentos.

Únicamente existe un prototipo de edificio, así como un sólo prototipo de departamento, lo único que cambia es en la ubicación de las ventanas de las recamara 1 y la recamara 2, pero que en áreas y distribución son idénticos.

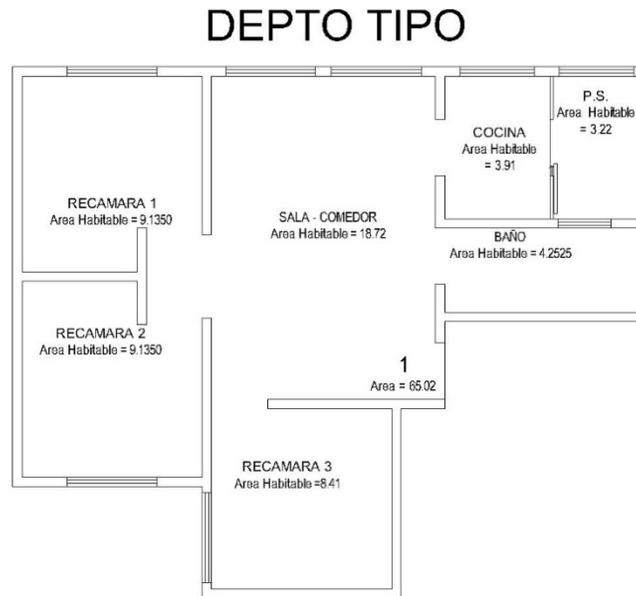
Cada departamento mide 65.02 m², por lo que la superficie construida por cada nivel es de 1,194.24 m² que en total suma 8,359.68 m², incluye desde la planta baja hasta el quinto nivel, además del área construida en el semisótano (Memoria Descriptiva, 2008: 3).

Cuadro 15. Análisis de áreas.

PROTOTIPO		
Prototipo	No. De viviendas	Área
A Y B	96	65.02 m ²
ANÁLISIS DE ÁREAS DEPTO. TIPO		
Recámara 1	9.1350 m ²	
Recámara 2	9.1350 m ²	
Recámara 3	8.7000 m ²	
Cocina	3.9100 m ²	
Patio de servicio	3.2200 m ²	
Baño	4.2525 m ²	
Sala- Comedor	18.6100 m ²	
TOTAL	56.96.25 m²	
Área total de muros	8.0475 m ²	
SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	65.00 m²	

Fuente: INVI, 2008: 4.

Figura 23. Análisis de áreas.



Fuente: INVI, 2008: 5.

Figura 24. Fotografía departamento.



Fuente: INVI, 2011.

El acceso peatonal al conjunto se planteaba tanto por calzada de Tlalpan como por la calle de Esfuerzo¹⁷⁰ cada uno de los edificios cuenta con un vestíbulo donde se ubican las escaleras. Dicho vestíbulo está ubicado en el nivel - 1.40 ya que se construyó un semisótano.

¹⁷⁰ Actualmente, sólo está habilitada la de calzada de Tlalpan.

Los cajones de estacionamiento se ubican en un nivel de semisótano que va del nivel de piso terminado 0.00 al nivel de piso terminado -1.40 m. Alberga 66 cajones de estacionamiento de los cuales 28 cajones son para autos chicos y 38 cajones para autos grandes.

Dado que esta unidad habitacional planeó ser un proyecto sustentable se incluyeron ecotecnologías como celdas solares para el mobiliario de exteriores, focos ahorradores al interior de departamentos, pasillos y áreas comunes, uso de calentadores de paso, WC de descarga doble y una red de pasos de tormenta para la captación de agua pluvial.

En cuanto a la disminución del consumo de energía, de acuerdo con la memoria descriptiva arquitectónica de la unidad, se colocaron celdas solares para el mobiliario urbano en exteriores y focos ahorradores. El proyecto propone que todas las luminarias que abastezcan el conjunto sean de bajo consumo o ahorradoras para reducir el gasto energético al interior de los departamentos, pasillos y áreas comunes. Los modelos preseleccionados se observan en las siguientes imágenes:

Figura 25. Celdas solares y focos ahorradores.



Fuente: INVI, 2008: 8.

Es de notar que en la Memoria descriptiva no se señala cómo se mantendrá el uso de los focos ahorradores.

Asimismo, se promueve el uso de calentadores de paso al interior de los departamentos para reducir el consumo de gas estacionario.

Figura 26. Calentadores.



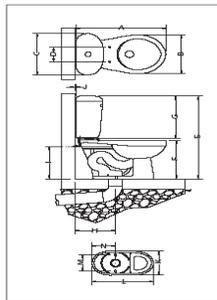
Fuente: INVI, 2011.

Para disminuir el consumo de agua se colocaron dentro de los departamentos escusados de descarga doble para reducir el consumo de agua en los sanitarios. El modelo de los sanitarios seleccionado cuenta con una descarga de 3 litros para desechos líquidos y de 5.5 litros para desechos sólidos.

Figura 27. Sanitarios.

Novara Dual

ORION



Specifications / Especificaciones

Description: Novara Dual Toilet
 Descripción: Sanitario Novara Dual
 Material: Vitreous China
 Material: Cerámica Vitrificada
 Water Spout: 6" x 7 1/2"
 Espejo de Agua: 152 mm x 190 mm
 Water Seat: 2"
 Sello Hidráulico: 51 mm.
 Trapway Diameter: 2"
 Diámetro de la Trampa: 51 mm.
 Rim: Round
 Tipo de Rim: Labio Redondeado
 Operation: Reverse trap
 Operación: Trampa Inversa
 Bowl Weight: 38.60 Lbs.
 Peso de la Taza: 17.51 Kg.
 Tank Weight: 26.68 Lbs.
 Peso de la Tanque: 12.10 Kg.
 Minimum Pressure: 3 lbs./in²
 Presión Mínima: 0.25 Kg./cm²
 Maximum Pressure: 90 lbs./in²
 Presión Máxima: 5.5 Kg./cm²

Dimensions may vary +/-5%
 Dimensiones pueden variar +/-5%
 Meets or exceeds ANSI, CSA & NOM Standards
 Cumple o excede los estándares ANSI, CSA y NOM

Dimensions / Dimensiones

Inches	mm.	Inches	mm.
A	27 1/4" 692	H	12" 305
B	14 1/2" 368	I	9" 229
C	15 1/2" 394	J	1 1/2" 38
D	5 1/2" 140	K	9" 229
E	31" 787	L	16 3/4" 425
F	14 1/2" 368	M	6" 152
G	16" 406	N	6 3/4" 171

Fuente: INVI, 2008: 10.

En la Memoria se plantea la captación de agua pluvial a partir de una red de pasos de tormenta en las áreas exteriores que se almacenará en cuatro cisternas distribuidas en todo el conjunto para la reutilización del agua en zonas de riego, lavado de autos, entre otras.

Figura 28. Alcantarillado.



Fuente: INVI, 2008: 11.

En las primeras etapas del metabolismo de la vivienda, es decir, en la construcción y el diseño de esta unidad habitacional se tomaron en cuenta aspectos tanto para disminuir el consumo energético y material como la ubicación céntrica y cercanía a transporte público. No obstante, el proyecto no se realizó como parte de una planeación urbana integral y de participación ciudadana, por lo que su construcción significó informalidad por parte de los vecinos de la colonia ocasionando un conflicto social.

Conflicto en torno a la construcción de la Unidad habitacional

La construcción de la unidad habitacional trajo consigo un conflicto debido al disgusto por parte de los habitantes de la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa en la delegación Coyoacán. Esto resultó en la queja ante la Comisión de Derechos Humanos del Distrito (CDHDF) en la que manifestaban su inconformidad por las irregularidades en las obras de construcción del desarrollo habitacional.

Los actores involucrados fueron los habitantes de la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, los integrantes de la Comisión Alterna del Pueblo de Santa Úrsula Coapa y los integrantes del Movimiento Ciudadano del Pueblo de Santa Úrsula Coapa A.C.

La CDHDF realizó una serie de recomendaciones a las autoridades responsables de la violación de los derechos humanos antes mencionados.

Cuadro 16. Recomendaciones a la Delegación Coyoacán.

PUNTO RECOMENDATORIO	TIPO DE ACEPTACIÓN	ESTATUS
<p>1. En un plazo no mayor a 6 meses a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, de conformidad con el artículo 18 de la Ley de Aguas del Distrito Federal, realice un diagnóstico de la red secundaria de agua potable, drenaje y alcantarillado en la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, para que en un plazo no mayor a un año a partir de la aceptación de la Recomendación, determine y ejecute las obras integrales de reforzamiento y en su caso sustitución del sistema de agua potable, drenaje y alcantarillado que aseguren el correcto funcionamiento del mismo, de conformidad con las líneas de acción 624, 628 y 712 del Programa de Derechos Humanos del Distrito Federal. Asimismo, emita un dictamen técnico, fundado y motivado, documentado por especialistas, en el que se confirme si las obras realizadas son suficientes para garantizar el derecho al agua y saneamiento de los habitantes de la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa.</p>	No aceptado	No aceptado
<p>2. Que en un plazo de 10 días hábiles a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, inicie los procedimientos administrativos correspondientes a fin de suspender, clausurar o regularizar las obras de construcción de 96 viviendas que se realiza en la calzada de Tlalpan 3155 en la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, Delegación Coyoacán, hasta en tanto cuente con la factibilidad tanto vial como de agua potable y drenaje, que tome en cuenta la viabilidad de los servicios de la zona; de conformidad con la línea de acción 712 del Programa de Derechos Humanos del Distrito Federal.</p>	No aceptado	No aceptado
<p>3. Por la inacción de la Delegación que ha quedado acreditada en esta Recomendación, en un plazo de 15 días hábiles a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, realice un dictamen a los predios vecinos a las obras ubicadas en Callejón Esfuerzo número 302 y Calzada de Tlalpan 3155 colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, Delegación Coyoacán, a fin de constatar los posibles daños que sufrieron con motivo de éstas, y en todo momento, coadyuve con las instancias administrativas o penales para que la empresa repare los daños ocasionados a las y los agraviados.</p>	No aceptado	No aceptado
<p>4. Que en un plazo de 10 días hábiles a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, realice los trámites necesarios a fin de que la Secretaría de Protección Civil coadyuve con la Delegación para realizar las acciones tendientes a garantizar la seguridad de las</p>	No aceptado	No aceptado

<p>personas que transitan por la calle Esfuerzo para que no corra riesgo su salud e integridad física debido al tránsito de automóviles y al tapial colocado en la parte lateral del predio de Calzada de Tlalpan 3155 colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, Delegación Coyoacán, que se encuentra bloqueando parte de la vía pública.</p>		
<p>5. Que realice las acciones necesarias a fin de iniciar los procedimientos administrativos y penales correspondientes en contra de los responsables de la obra, por el quebrantamiento de sellos y la presunta ocupación ilegal de los departamentos de la Unidad Habitacional de Callejón Esfuerzo 302 en la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, Delegación Coyoacán.</p>	No aceptado	No aceptado
<p>6. En el plazo de un mes a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, verifique que las obras que se realizan en los inmuebles ubicados en: a) calle de Tlalmanco número 78, b) calle de Buenavista número 47, c) calle de Tetongo número 10, d) calle de Tecuatitla sin número o Andador 5to. de Esfuerzo, e) Circuito Estadio Azteca 3443, f) calle Hidalgo número 102, g) calle Esfuerzo número 32, h) Calzada de Tlalpan 2971, Cumplan con la ley y cuenten con los trámites y requisitos necesarios para su edificación, a fin de que no se repitan situaciones similares a la que se expone en la presente Recomendación. Asimismo, se abstenga de otorgar licencia de ocupación a dichas obras y ninguna otra, dentro de la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, hasta en tanto se acredite el cumplimiento total del punto primero, octavo y décimo cuarto de estos recomendatorios.</p>	No aceptado	No aceptado
<p>7. En el plazo de 6 meses, a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, como medida de reparación, construya para la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa un parque público destinado a la recreación física y cultural, en el cual los habitantes puedan disfrutar y conocer su patrimonio cultural, a través de motivos relacionados con la historia del Pueblo; de conformidad con el artículo 39, fracción XXXIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal y con la línea de acción 544 del Programa de Derechos humanos para el Distrito Federal.</p>	No aceptado	No aceptado

Fuente: Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal. Seguimiento a Recomendación 05/2011. En línea http://cdhdfbeta.cdhdf.org.mx/2014/06/seguimiento-a-recomendacion-05_2011/

Cuadro 17. Recomendaciones al Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

PUNTO RECOMENDATORIO	TIPO DE ACEPTACIÓN	ESTATUS
<p>8. En un plazo no mayor a 6 meses a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, realice un diagnóstico de la red primaria de agua potable, drenaje y alcantarillado, en la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, para que en un plazo no mayor a un año a partir de la aceptación de la Recomendación, determine y ejecute las obras integrales de reforzamiento y en su caso sustitución del sistema de agua potable, drenaje y alcantarillado que aseguren el correcto funcionamiento del mismo, de conformidad con las líneas de acción 624, 628 y 712 del Programa de Derechos Humanos del Distrito Federal, así como del artículo 15 fracción IX y 16 fracciones II, XIV, XVII y XVIII de la Ley de Aguas del Distrito Federal. Asimismo, emita un dictamen técnico, fundado y motivado, documentado por especialistas, en el que se confirme si las obras realizadas son suficientes para garantizar el derecho al agua y saneamiento de los habitantes de la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa.</p>	Aceptado	Sujeto a seguimiento
<p>9. En el plazo de un mes contado a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, realice las acciones necesarias tendientes a que, previo acuerdo con los habitantes de la Unidad Habitacional de Esfuerzo 302, la cisterna para la captación de agua pluvial del conjunto habitacional deje de ser usado como fosa séptica y en su lugar se coloque una fosa séptica que cumpla con los requisitos marcados en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-CNA-1997, "Fosas sépticas prefabricadas Especificaciones y métodos de prueba", mientras que es factible que la Unidad Habitacional sea conectada al drenaje, es decir, una vez cumplidos los recomendatorios Primero y Octavo.</p>	Parcialmente aceptado	Sujeto a seguimiento
<p>10. En un plazo no mayor a 2 meses a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, realice las gestiones necesarias ante la Secretaría de Salud del Distrito Federal para que en un plazo no mayor a seis meses, se lleven a cabo los estudios correspondientes para verificar los posibles daños a los veneros que se encuentran en la zona por el uso de la cisterna para la captación de agua pluvial como fosa séptica y a partir de los resultados que se obtengan, realice las acciones pertinentes a fin de solucionar un posible problema de contaminación del agua; de conformidad con los artículos 15, fracción IV y 16 fracción V de la Ley de Aguas del Distrito Federal.</p>	Aceptado	Cumplido

<p>11. En un plazo no mayor a un mes a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, en consenso con los habitantes de la Unidad Habitacional del Callejón Esfuerzo 302 colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, realice los estudios correspondientes a fin de verificar si es posible la rehabilitación de la cisterna de captación de agua pluvial y se use para el fin destinado, o bien se construya una nueva cisterna de captación de agua pluvial.</p>	<p>Aceptado</p>	<p>Sujeto a seguimiento</p>
<p>12. En el plazo de 10 días hábiles a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, realice las visitas correspondientes para verificar que el Sistema Alternativo y las medidas sustentables en la obra de Calzada de Tlalpan 3155 se realicen acorde con la necesidad de la población y con el proyecto constructivo; de conformidad con los artículos 16 fracción XXII y 106 de la Ley de Aguas del Distrito Federal.</p>	<p>Aceptado</p>	<p>Cumplido</p>
<p>16. Que en el plazo de 20 días naturales, a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, celebren un convenio de colaboración, para que en un plazo máximo de un año se ejecuten los mecanismos necesarios a fin mantener actualizado el Sistema de Información Geográfica para que al emitirse cualquier Certificado de Zonificación, Uso de Suelo Específico y Factibilidades, se cuenten con las opiniones técnicas actualizadas sobre las factibilidades en materia vial, y de disponibilidad de servicios hidráulicos de agua potable y drenaje.</p>	<p>No aceptado</p>	<p>No aceptado</p>

Fuente: Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal. Seguimiento a Recomendación 05/2011. En línea http://cdhdfbeta.cdhdf.org.mx/2014/06/seguimiento-a-recomendacion-05_2011/

Cuadro 18. Recomendaciones a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

PUNTO RECOMENDATORIO	TIPO DE ACEPTACIÓN	ESTATUS
<p>13. No sea emitido ni entregado ningún Certificado de Zonificación, Uso de Suelo Específico y Factibilidades o autorización para construir en la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, hasta que la Delegación Coyoacán y el SACM no hayan cumplido con los recomendatorios Primero, Octavo y Décimo cuarto y la colonia cuente con la viabilidad necesaria para el correcto funcionamiento de los desarrollos habitacionales.</p>	<p>No aceptado</p>	<p>No aceptado</p>
<p>16. Que en el plazo de 20 días naturales, a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, celebren un convenio de colaboración, para que en un plazo máximo de un año se ejecuten los mecanismos</p>	<p>No aceptado</p>	<p>No aceptado</p>

necesarios a fin mantener actualizado el Sistema de Información Geográfica para que al emitirse cualquier Certificado de Zonificación, Uso de Suelo Específico y Factibilidades, se cuenten con las opiniones técnicas actualizadas sobre las factibilidades en materia vial, y de disponibilidad de servicios hidráulicos de agua potable y drenaje.		
---	--	--

Fuente: Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal. Seguimiento a Recomendación 05/2011. En línea http://cdhdfbeta.cdhdf.org.mx/2014/06/seguimiento-a-recomendacion-05_2011/

Cuadro 19. Recomendaciones a la Secretaría de Transportes y Vialidad.

PUNTO RECOMENDATORIO	TIPO DE ACEPTACIÓN	ESTATUS
14. En el plazo de 2 meses, a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, efectúe un estudio de vialidad de conformidad con lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, y realice los trámites necesarios a fin de que la Subsecretaría de Control de Tránsito de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal, ejecute las acciones correspondientes para mejorar la vialidad de la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa; principalmente, se tomen las medidas adecuadas para garantizar que los servicios de emergencia puedan tener acceso a la colonia Pueblo de Santa Úrsula Coapa, tomando en consideración la traza urbana de la Zona de Conservación Patrimonial que se extiende en la colonia.	No aceptado	No aceptado
15. Que en un plazo de 15 días naturales a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, solicite al área correspondiente, de conformidad con los artículos 2 fracción XXIII, 27 y 28 de la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal, el inicio del juicio de lesividad a fin de anular el visto bueno a la opinión técnica en materia de vialidad, otorgada para la obra de Calzada de Tlalpan número 3155 en lo que respecta a la salida de vehículos, y se emita una nueva opinión técnica tomando en consideración lo establecido en la Norma de ordenación número 4, punto 4.6, respecto de las Zonas de Conservación Patrimonial. Además de lo anterior, condicione el visto bueno de la opinión técnica a la dotación de lugares de estacionamiento suficientes para los habitantes de la Unidad Habitacional.	No aceptado	No aceptado
16. Que en el plazo de 20 días naturales, a partir de, en su caso, la aceptación de esta Recomendación, celebren un convenio de colaboración, para que en un plazo máximo de un año se ejecuten los mecanismos	No aceptado	No aceptado

necesarios a fin mantener actualizado el Sistema de Información Geográfica para que al emitirse cualquier Certificado de Zonificación, Uso de Suelo Específico y Factibilidades, se cuenten con las opiniones técnicas actualizadas sobre las factibilidades en materia vial, y de disponibilidad de servicios hidráulicos de agua potable y drenaje.

Fuente: Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal. Seguimiento a Recomendación 05/2011. En línea http://cdhdfbeta.cdhdf.org.mx/2014/06/seguimiento-a-recomendacion-05_2011/

A pesar de las recomendaciones y el conflicto, el Jefe de Gobierno en turno inauguró la Unidad en julio de 2011.

Figura 29. Inauguración de la Unidad habitacional.



Fuente: El Universal, 2011.

4.4 Perfil metabólico de la Unidad habitacional

Para construir el perfil metabólico de la vivienda, como ya se mencionó, se puede dividir su análisis en cuatro etapas: la extracción de recursos y producción de materiales¹⁷¹; la construcción; la operacionalización y el uso de la vivienda; y, a disposición y minería urbana.

Etapas de construcción

En esta etapa del ciclo de vida de la vivienda, de construcción o pre-uso, se analizaron tres materiales: acero, aluminio y concreto. Como se señaló, esto no significa que no se utilicen otros materiales, sin embargo, son los que tienen mayor representación de consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero.

En la unidad habitacional utilizaron el acero en varillas de diferente grosor para la construcción de castillos, columnas, trabes, dalas, losas de cimentación, losa de entrepiso, muros de concreto y trabes. El total de acero fue 482.74 toneladas, lo que significó un total de emisiones de 868.93 CO₂/ton.

El concreto se utilizó para los castillos, columnas, trabes, dalas, cimentación, entrepiso, muros y trabes. En total se utilizaron 2747.28 m³ de concreto; la cantidad de emisiones generadas durante su producción fue de 728,029.20 Kg CO₂eq/m³.

En esta Unidad, el aluminio se encuentra representado por la cancelería de las ventanas de las habitaciones, concina, baño y puertas corredizas. El total de aluminio fue de 10.95 toneladas; las emisiones del aluminio fueron 24.09 CO₂eq/ton.

Cuadro 20. Emisiones de CO₂ de acero.

Acero	Varilla #	#3	#4	#5	#6	#8	Total	Total	CO ₂ /ton
	Peso nominal Kg/m	0.56	1.00	1.56	2.25	3.98	Kg	Ton	1.8*
Castillos		13,330.73	6,360.00				19,690.730	19.691	35.443
Columnas		20,100.51	1,254.40	6,446.50	9,547.20	2,496.26	39,844.870	39.845	71.721
Contratraves		2,300.23			3,835.89		6,136.120	6.136	11.045
Dalas		5,567.81					5,567.810	5.568	10.022
Losa de cimentación		6,999.50					6,999.500	7.000	12.599
Losa de entrepiso		11,228.83					11,228.830	11.229	20.212
Muros de concreto		6,242.88	9,600.00	4,758.62			20,601.500	20.602	37.083
Traves		4,282.81	568.60	348.38		5,415.96	10,615.750	10.616	19.108
Total por edificio		70,053.30	17,783.00	11,553.50	13,383.09	7,912.22	120,685.110	120.685	217.233
Total Unidad Hab.								482.74044	868.932792

*World Steel Association, 2015. Steel's contribution to a low carbon future and climate resilient societies - world steel position paper.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de generador de obra Tlalpan 3155.

¹⁷¹ Esta investigación se enfoca en dos etapas del metabolismo de la vivienda: construcción y uso.

Cuadro 21. Emisiones de CO₂ de concreto.

CONCRETO	Totales (m ³)	Kg CO ₂ eq/m ³
		265*
Castillos	110.01	29,152.65
Columnas	165.70	43,910.50
Contratraves	31.83	8,434.95
Dalas	125.90	33,363.50
Cimentación	68.09	18,043.85
Entrepiso	90.25	23,916.25
Muros	46.03	12,197.95
Trabes	49.01	12,987.65
Total por edificio	686.82	182,007.30
Total Habitacional	Unidad 2747.28	728,029.20

*Cemex, 2014. Informe de Desarrollo Sostenible.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de generador de obra Tlalpan 3155.

Cuadro 22. Emisiones de CO₂ de aluminio.

Aluminio (Cancelería)						
	Largo	Peso (Kg/m)	Núm. de elementos	Total (kg)	Total (Ton)	CO ₂ eq/Ton 2.2*
Ventanas en habit. 1 y habit. 2						
Marco	1.45	1.19	2	6.90	0.00690	0.01518
	1.80	1.19	2	8.57	0.00857	0.01885
Ventana	0.75	0.64	2	1.91	0.00191	0.00419
	1.80	0.64	2	4.57	0.00457	0.01006
Travesaño	0.70	0.64	2	1.78	0.00178	0.00391
	0.75	0.64	2	1.91	0.00191	0.00419
Ventanas en habitación 3						0.00000
Marco	1.45	1.19	2	3.45	0.00345	0.00759
	1.20	1.19	2	2.86	0.00286	0.00628
Ventana	0.75	0.64	2	0.95	0.00095	0.00210
	1.20	0.64	2	1.52	0.00152	0.00335
Travesaño	0.70	0.64	1	0.89	0.00089	0.00196
	0.75	0.64	1	0.95	0.00095	0.00210
Ventanas en Cocina						

Marco	1.2	1.19	2	5.71	0.00571	0.01257
	1.2	1.19	2	5.71	0.00571	0.01257
Ventana	0.62	0.64	2	1.57	0.00157	0.00346
	1.2	0.64	2	3.05	0.00305	0.00671
Travesaño	0.58	0.64	1	0.74	0.00074	0.00162
	0.62	0.64	1	0.79	0.00079	0.00173
Ventanas en baño						
Marco	0.85	1.19	2	4.05	0.00405	0.00890
	0.6	1.19	2	2.86	0.00286	0.00628
Ventana	0.425	0.64	2	1.08	0.00108	0.00237
	0.6	0.64	2	1.52	0.00152	0.00335
Travesaño	0.6	0.64	1	0.76	0.00076	0.00168
Puertas corredizas						
Puerta 1				25.00	0.02500	0.05500
Puerta 2				25.00	0.02500	0.05500
Peso total de aluminio por departamento				114.09	0.11409	0.25101
			114.09 X 4 departamentos	456.37	0.45637	1.00402
Peso total de aluminio por edificio			456.36 X 6 Niveles Tipo	2,738.24	2.73824	6.02413
Peso total de aluminio en la Unidad					10.95296	24.09650

*The Aluminium Association, 2011. Aluminium: The element of sustainability.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de generador de obra Tlalpan 3155.

Cabe mencionar que en las viviendas de concreto las actividades asociadas a los materiales de construcción emiten 12,908 kgCO₂eq; 9,537 kgCO₂eq; 10,788 kgCO₂eq y 10,986 kgCO₂eq en las ZM de Cancún, Monterrey, Tijuana y Valle de México¹⁷², respectivamente. En términos de dióxido carbono, el cemento ejerce en promedio el 62% de los impactos ambientales (Centro Mario Molina, 2012: 163).

Etapa de uso

Con el objetivo de medir y comparar el flujo metabólico de la vivienda en la etapa de uso de la Unidad habitacional, la metodología que se utilizó fue realizar una encuesta enfocada

¹⁷² Estos valores pueden variar dependiendo de la ubicación de la vivienda; por ejemplo, En la ZM de Cancún se emiten 12,908 kgCO₂eq; en Monterrey 9,537 kgCO₂eq; y en Tijuana 10,788 kgCO₂eq.

en el consumo de energía, agua y gas, uso de ecotecnologías, generación de residuos sólidos y uso del automóvil.

Para diseñar la encuesta se llevó a cabo una revisión documental sobre el tipo de reactivos que se necesitaban para la medición del metabolismo; asimismo, se examinó la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). El resultado fue la Encuesta para la evaluación del metabolismo de la vivienda (etapa de uso), la cual consiste en un cuestionario de 27 preguntas (abiertas y cerradas). Se puede consultar en el Anexo.

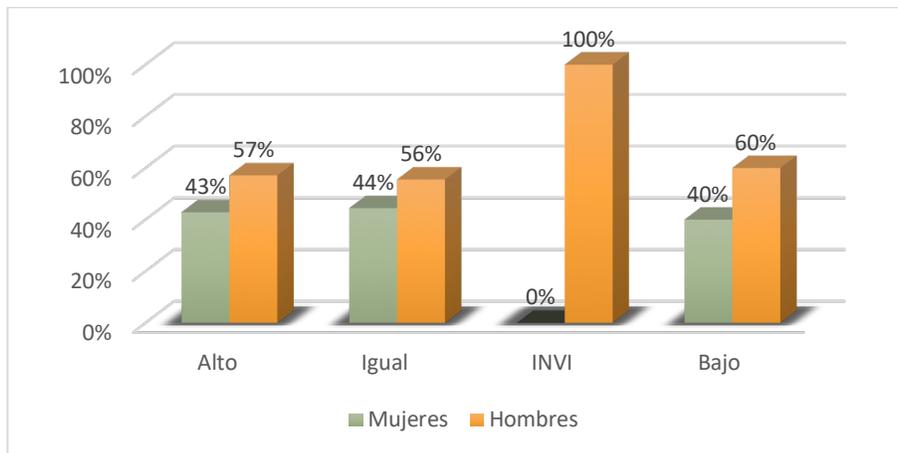
Para seleccionar la muestra se consideró un universo de 40 viviendas. Con fines de comparación, se clasificaron de acuerdo al nivel socioeconómico, teniendo como base las viviendas de la unidad habitacional con ecotecnologías. Se categorizaron en cuatro grupos: los de mayor nivel socioeconómico que los habitantes de la unidad habitacional, los del mismo nivel, los habitantes de la unidad habitacional y los de menor nivel de la colonia de Santa Úrsula Coapa. Esto significó encuestar a 10 viviendas de cada nivel.

El levantamiento de la encuesta se llevó a cabo en el mes de octubre de 2014. El esquema para la recolección de información empleó un muestreo de tipo aleatorio, sin un orden en particular, se realizaron recorridos en calles aledañas a la Unidad habitacional.

Caracterización socioeconómica de los hogares

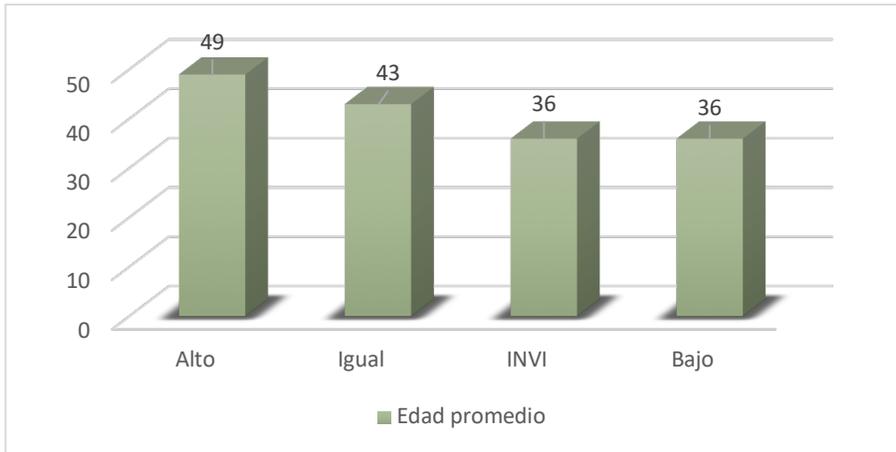
En total, se encuestaron a 11 mujeres y 26 hombres. Su edad promedio es de 40 años; sin embargo, el grupo de más alto nivel socioeconómico, tiene un promedio de edad más alto que el grupo de la unidad habitacional y del nivel más bajo.

Figura 30. Género de los encuestados por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

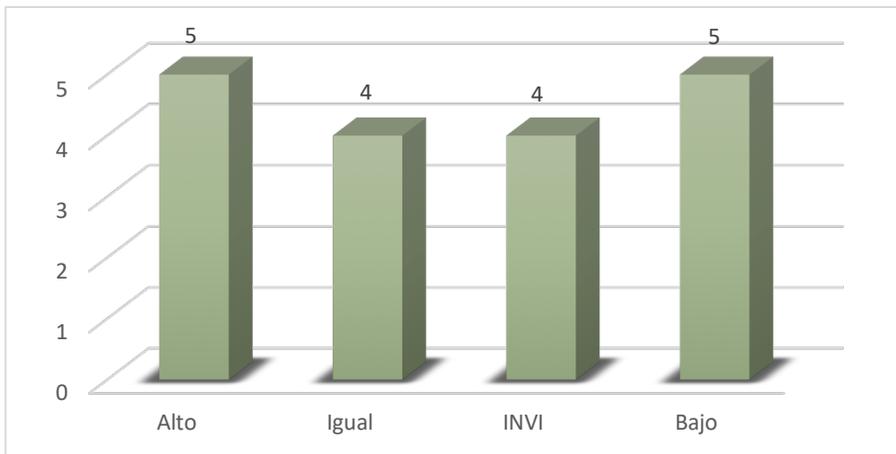
Figura 31. Edad promedio por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

En las viviendas habitan en promedio cinco personas, de las cuales tres son económicamente activas (entre 18 y 60 años). Esto es importante porque la composición y estructura de las viviendas juega un papel en la demanda de energía, y, por tanto, en el nivel de sustentabilidad.

Figura 32. Promedio de habitantes por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Sus ocupaciones eran variadas: abogados, arquitecto, comerciantes, diseñadora, empleados, estudiantes, hogar, impresor, ingeniero, intendencia, jubilado, médico, obrero, periodista, productor video, profesionista, servidor público, técnico de computadoras, vendedor, veterinario.

Caracterización de las viviendas

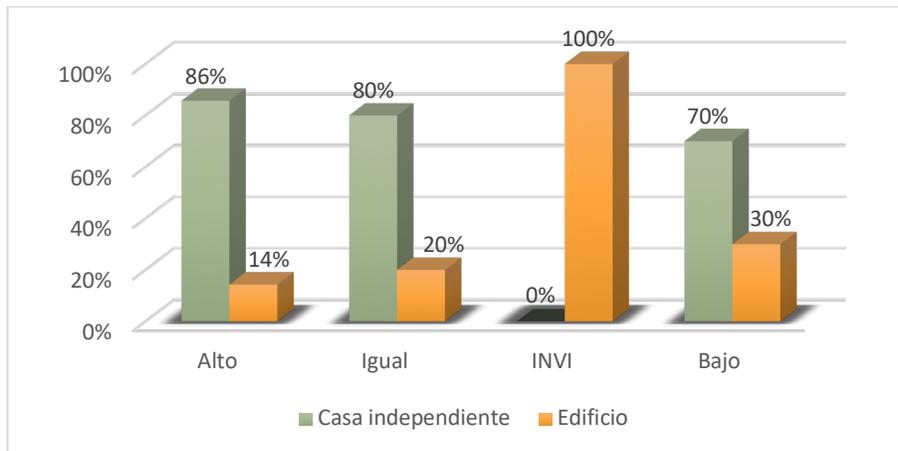
El 57% de los cuestionarios se realizaron a personas que viven en casas independientes y el 43% a personas que habitan en edificios. Como se observa en la figura 34, en el grupo de nivel socioeconómico alto, el 86% de los encuestados viven en una casa independiente; el siguiente grupo, el 80% y 70% en el nivel bajo. Cabe mencionar que en la colonia no se observan muchos edificios, a pesar de que en los últimos años se ha comenzado a construir verticalmente.

Figura 33. Tipo de vivienda.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Figura 34. Tipo de vivienda por nivel socioeconómico

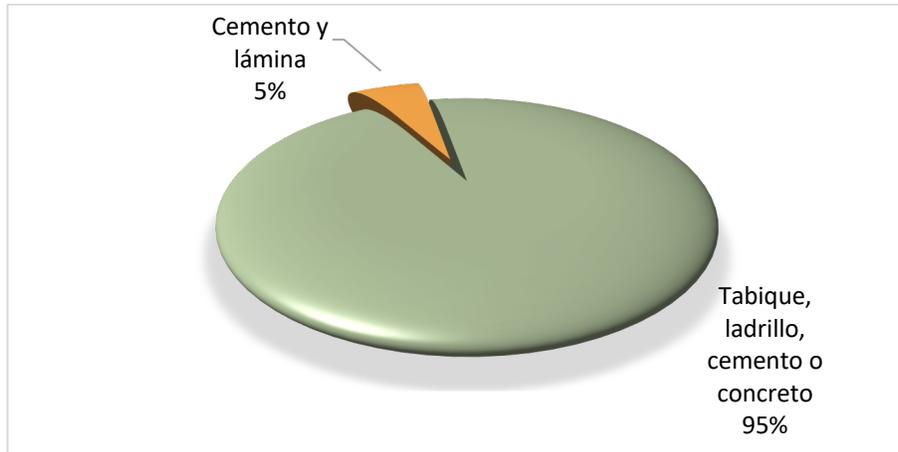


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

La extensión de las viviendas del nivel socioeconómico alto en promedio es de 183 m², el de nivel socioeconómico siguiente es de 170 m² y el del nivel más bajo es de 83 m². Como ya se mencionó la extensión de cada departamento de la unidad habitacional es de 65 m². En promedio todas las viviendas tienen 3 habitaciones.

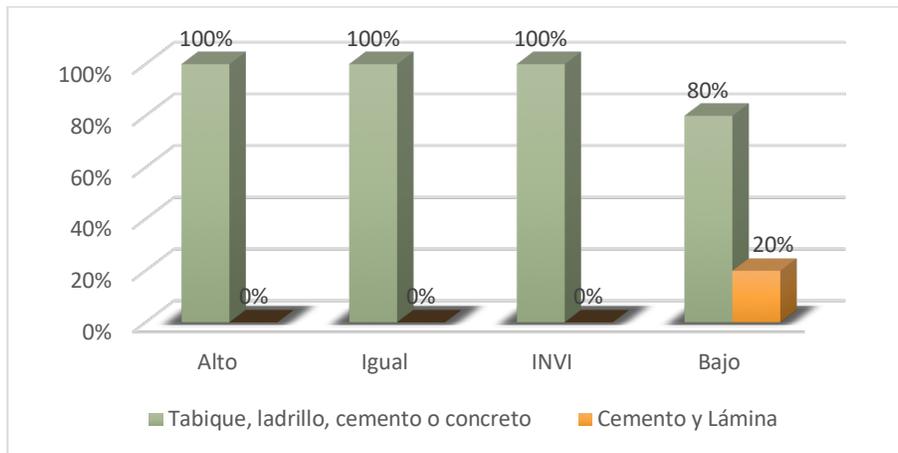
En general, las viviendas están construidas con materiales como tabiques, ladrillos, cemento y concreto; únicamente, en el grupo socioeconómico bajo, el 20% de los tienen techos de lámina.

Figura 35. Materiales de las viviendas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Figura 36. Materiales de las viviendas por nivel socioeconómico



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Consumo energético

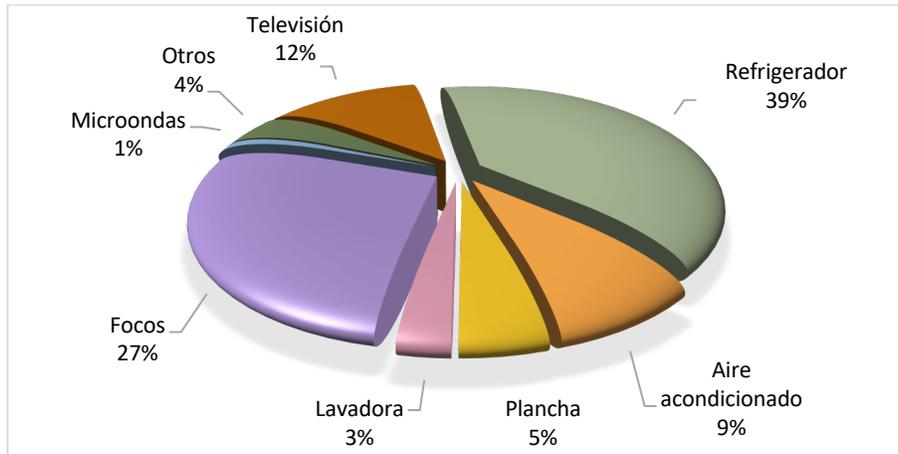
La demanda energética promedio de la vivienda en la ZMVM es de 70 MWh¹⁷³ (Centro Mario Molina, 2012: 3). Para medir el consumo energético de las viviendas, se preguntó

¹⁷³ En comparación con otras zonas metropolitanas, como Cancún (120MWh), Monterrey (80 MWh) o Tijuana (75 MWh), la ZMVM tiene la demanda más baja.

acerca del tipo de focos, los watts de los focos, los electrodomésticos, el tipo de combustible que se utiliza para cocinar y tipo de calentador.

De acuerdo al Informe de indicadores de eficiencia energética en México de la Secretaría de Energía (2011: 95), el consumo de electricidad¹⁷⁴ en hogares por aparato está encabezado por el refrigerador, seguido por el aire acondicionado, plancha, lavadora, focos, microondas, otros y televisión. Cabe mencionar que el consumo de energía de los electrodomésticos está relacionado a variables como promedio de watts, el tiempo de uso y antigüedad del electrodoméstico.

Figura 37. Consumo de electricidad de los aparatos 2008*.

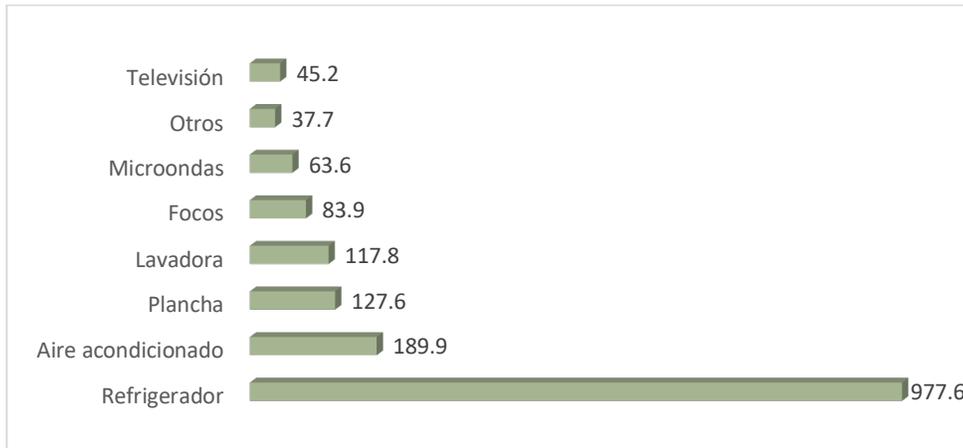


*Cálculos con información de la SENER y la ENIGH 2008, INEGI.

Fuente: Elaboración propia con base en datos SENER, 2011: 95.

¹⁷⁴ El consumo de energía eléctrica de una vivienda durante todo su ciclo de vida es de 71,810 kWh para el Valle de México. Estos valores incluyen el consumo de energía durante todas las etapas del ciclo de vida e incluyen, entre otros, la energía necesaria para la manufactura de materiales, alumbrado público, tratamiento de agua y ocupación de la vivienda (Centro Mario Molina, 2012: 163).

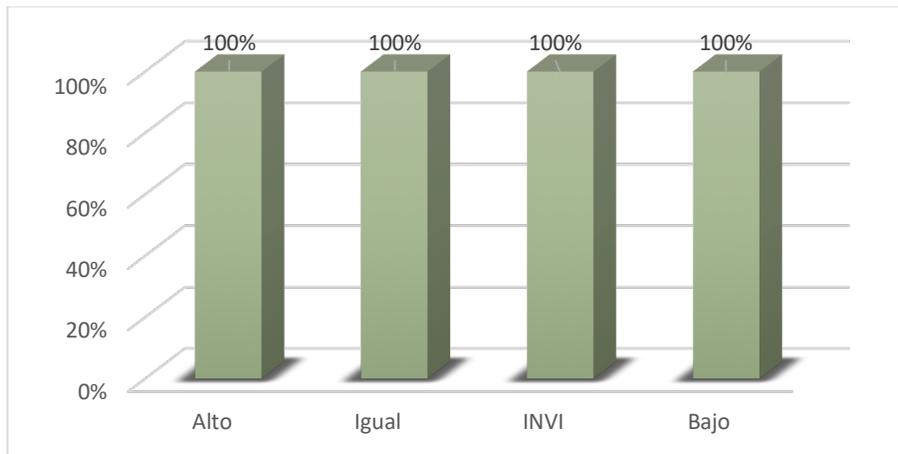
Figura 38. Consumo promedio de electricidad por tipo de electrodoméstico.



*Cálculos con información de la SENER y la ENIGH 2008, INEGI.
Fuente: Elaboración propia con base en datos SENER, 2011: 95.

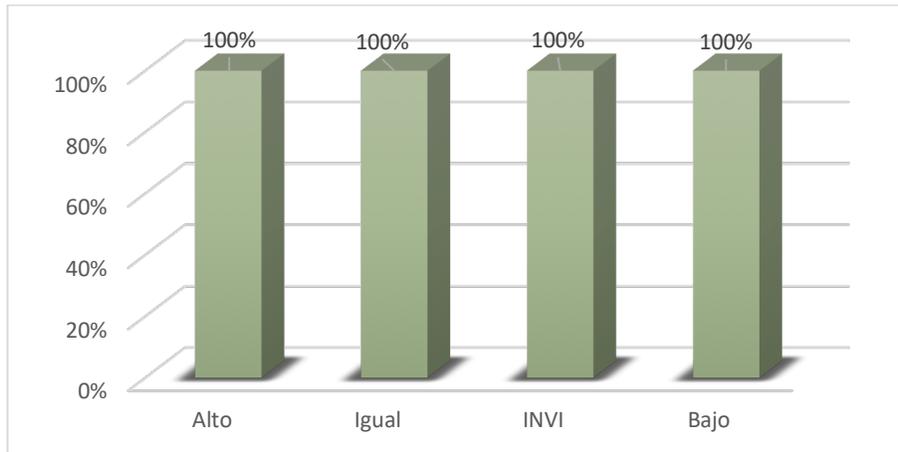
En el caso de las viviendas encuestadas, sin importar el nivel socioeconómico, todas tienen los dos electrodomésticos que consumen mayor electricidad: refrigerador y plancha. De acuerdo con Morillón, *et. al.*, 2011, a pesar de que el refrigerador es el que más energía eléctrica consume, los estándares de eficiencia energética y los programas de sustitución de electrodomésticos para ahorro de energía, han resultado en la reducción tanto de consumo de energía, como de CO₂.

Figura 39. Refrigerador.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

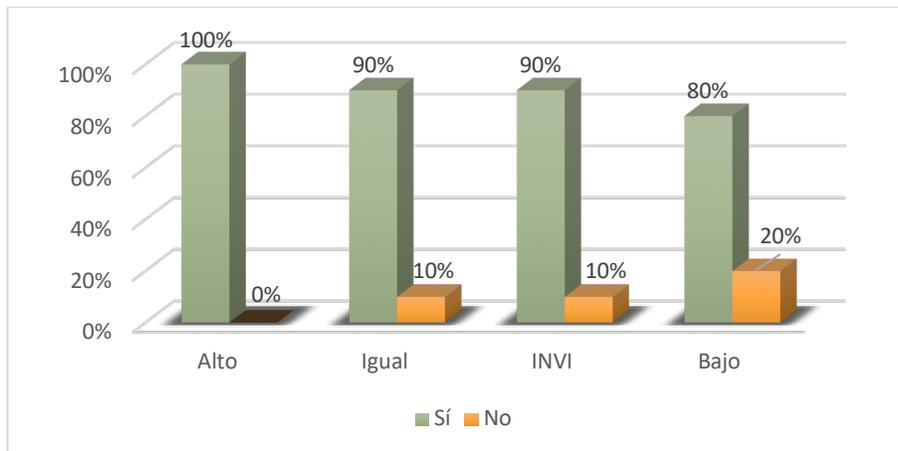
Figura 40. Plancha.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

La lavadora de ropa es un electrodoméstico común entre los diferentes grupos de esta investigación. Como se observa en la figura 41, el 100% de los encuestados de nivel socioeconómico alto tienen lavadora; tanto el grupo del INVI como el grupo del mismo nivel socioeconómico, tiene lavadora el 90% y el grupo más bajo sólo el 20% no tiene lavadora. Cabe mencionar que depende del tamaño y antigüedad de la lavadora, éstas pueden incluir las últimas actualizaciones de la NOM-ENER, y así incrementar el ahorro de energía.

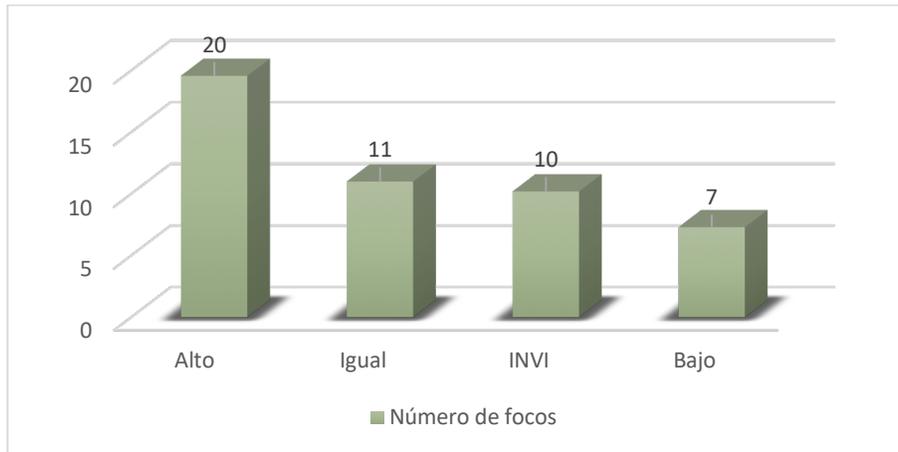
Figura 41. Lavadora de ropa.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

El promedio de focos en las viviendas varía por nivel socioeconómico. Como se observa en la figura 42, el nivel socioeconómico más alto tiene mayor número de focos (20), mientras que el más bajo tiene 7, aproximadamente.

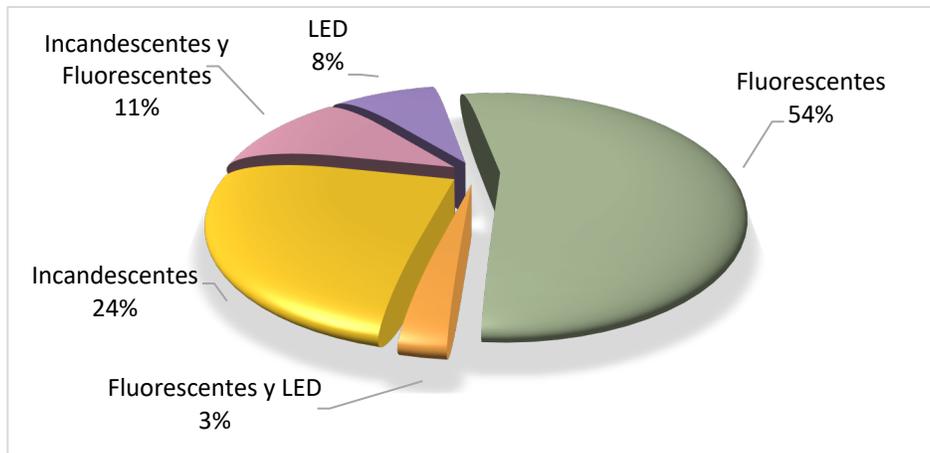
Figura 42. Promedio de número de focos por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Los resultados de la encuesta mostraron que el 54% de las viviendas encuestadas utilizan focos fluorescentes, seguido del 24% que utilizan incandescentes. El 11% combina tipo de focos incandescentes y fluorescentes. El 8% utiliza focos LED y sólo el 3% combinan focos fluorescentes y LED.

Figura 43. Tipo de focos.

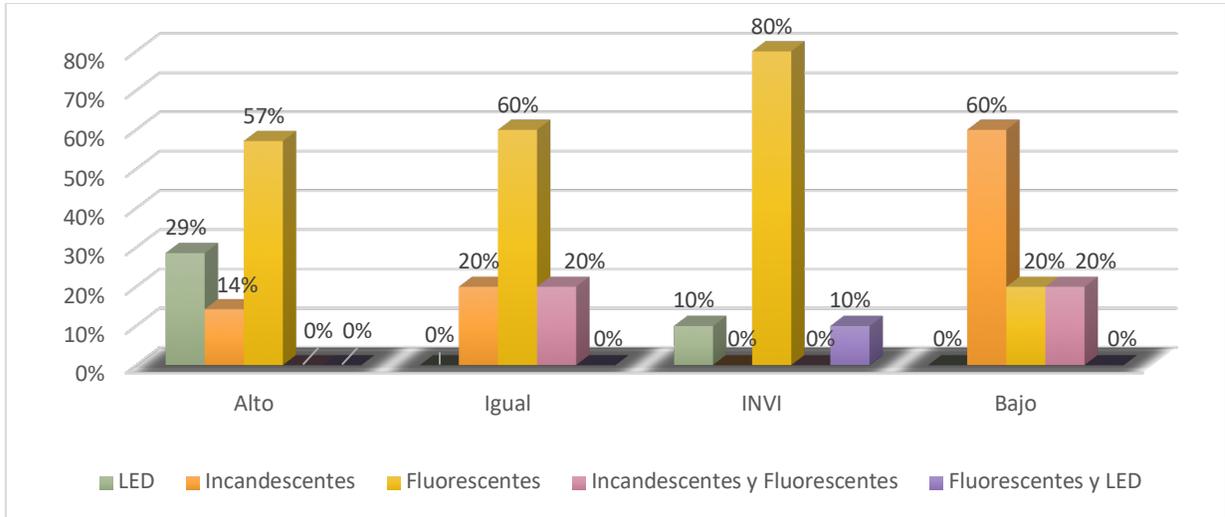


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Al realizar un análisis comparativo por nivel socioeconómico, se observa que tanto las viviendas de nivel alto, como los habitantes de la unidad habitacional utilizan principalmente focos fluorescentes y LED; mientras que los de nivel bajo, usan mayormente focos incandescentes. Es importante señalar que en 2011 se publicó la NOM-ENER de focos,

la cual tenía como objetivo establecer límites mínimos de eficacia y la salida obligatoria de las lámparas incandescentes,¹⁷⁵ sin embargo, el costo de los focos impacta en su uso.

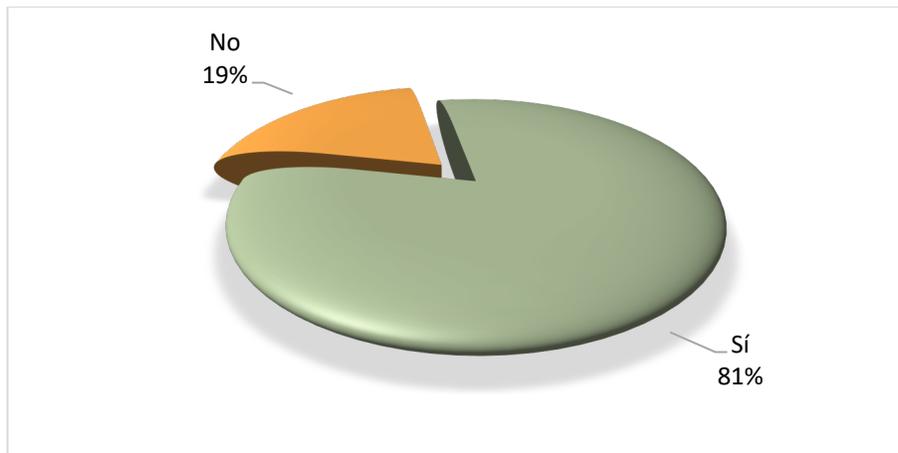
Figura 44. Tipo de focos por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Al preguntar sobre el microondas, en general hay una tendencia generalizada entre los distintos grupos a que el 80% tenga microondas.

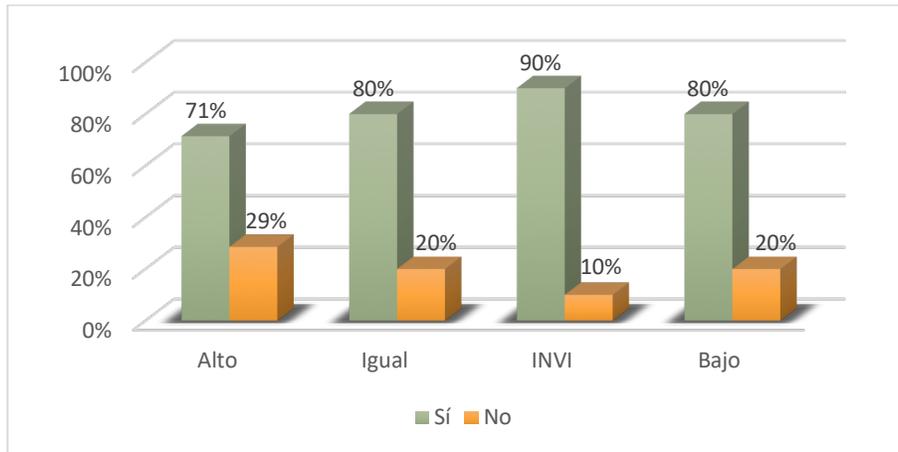
Figura 45. Microondas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

¹⁷⁵ Bajo la NOM-ENER se fueron eliminando del mercado las lámparas incandescentes de 100 Watts (W) a partir de 2012, de 75 W a partir de 2013, y las de 60 W y 40 W desde 2015. Con los parámetros de eficacia, únicamente algunas tecnologías de incandescentes con halógenos pudieron continuar en el mercado nacional (CONUEE, 2018: 144).

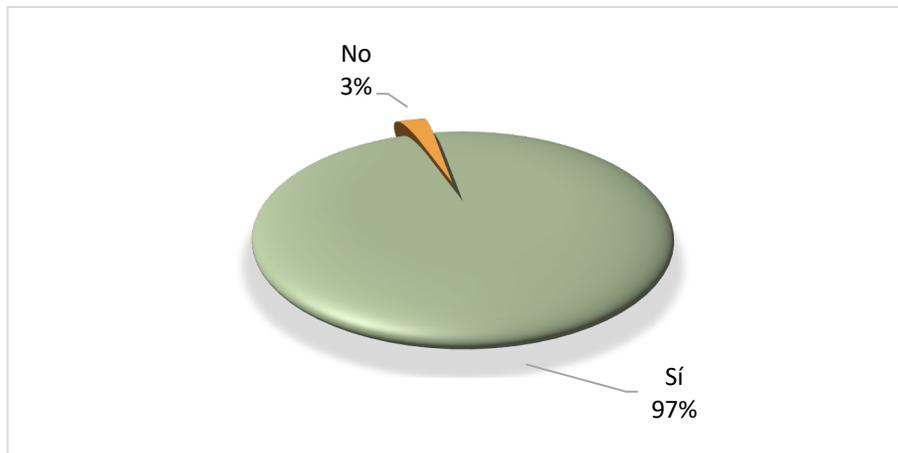
Figura 46. Microondas por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

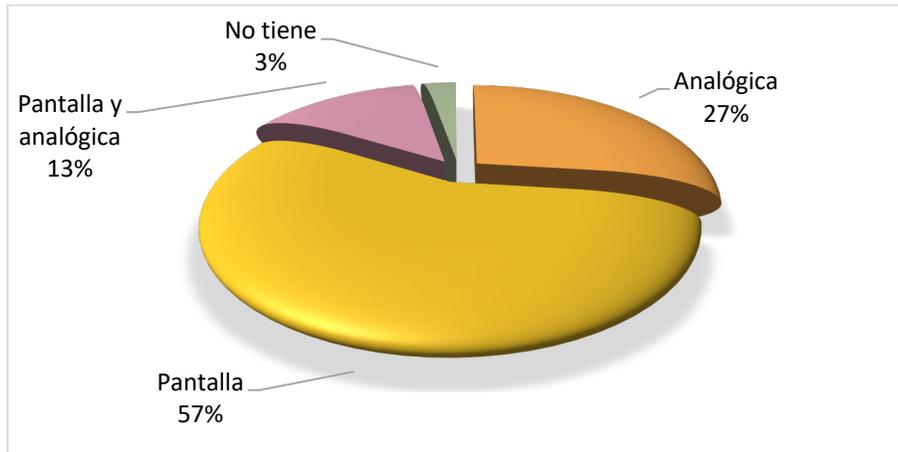
El televisor es el principal equipo de uso eléctrico que es adquirido en los hogares mexicanos. Sin importar su nivel socioeconómico, los encuestados tienen en promedio 2 televisores. El 57% de los encuestados tienen pantalla y el 27% televisores analógicos; el 13% combina pantalla y analógicos.

Figura 47. Televisor.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

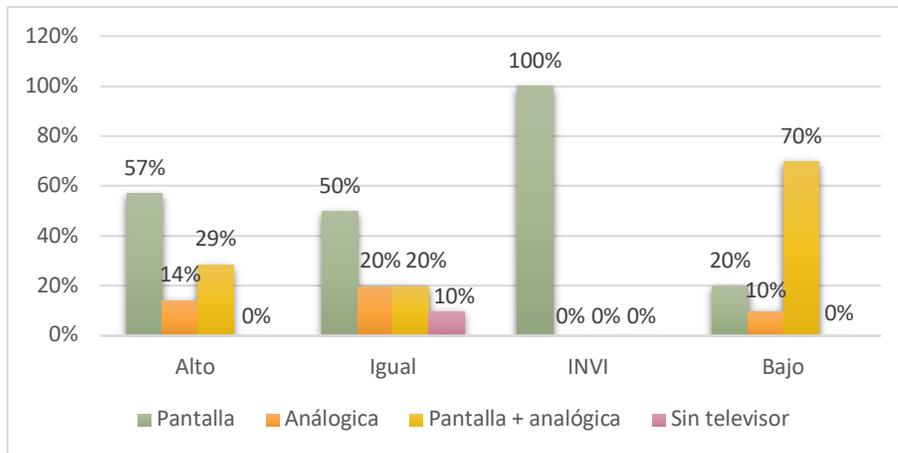
Figura 48. Tipo de televisor.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

En el análisis por nivel socioeconómico se observa la misma dinámica entre los grupos, el 100% de los habitantes de la unidad es el único grupo que sólo tiene pantallas, que son las que en teoría consumen menor cantidad de energía; mientras que los demás grupos siguen utilizando tanto televisores analógico, como pantallas.

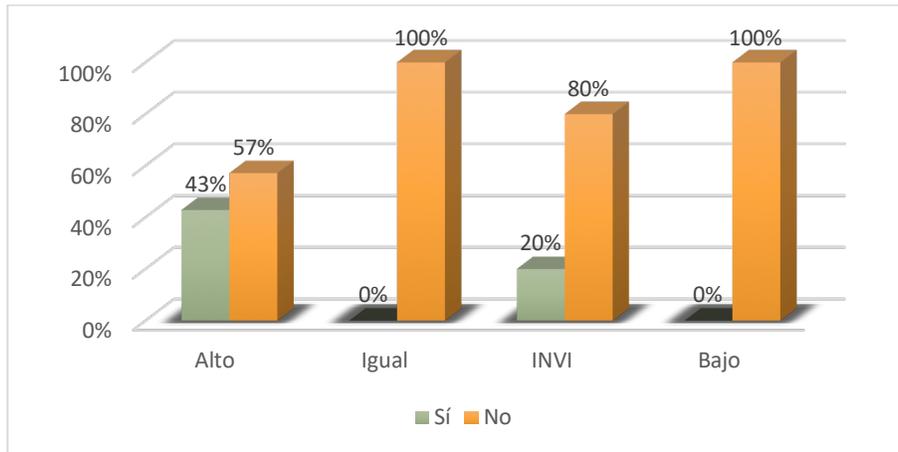
Figura 49. Tipo de televisor por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

En cuanto a otros electrodomésticos que consumen energía eléctrica, se preguntó sobre la secadora y la computadora. En general, en el sector residencial encuestado, no cuentan con secadoras, como se observa en la figura 50, únicamente el grupo socioeconómico alto y el grupo de la unidad habitacional tienen, 43% y 20%, respectivamente.

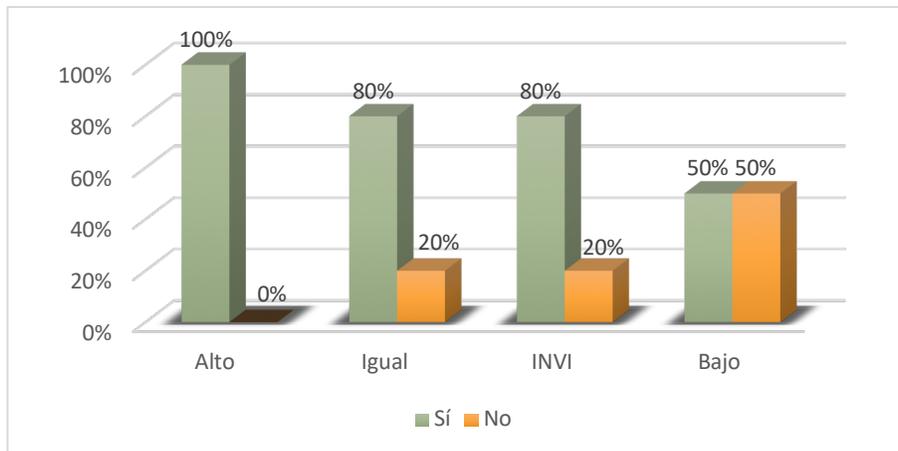
Figura 50. Secadora.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

El equipo de computadora sí muestra variaciones por nivel socioeconómico, el 100% de los encuestados de nivel socioeconómico alto tienen computadora; los grupos de nivel socioeconómico igual que el de la unidad habitacional y los de la unidad tiene el 80%; y, los de nivel bajo únicamente el 50%.

Figura 51. Computadora.



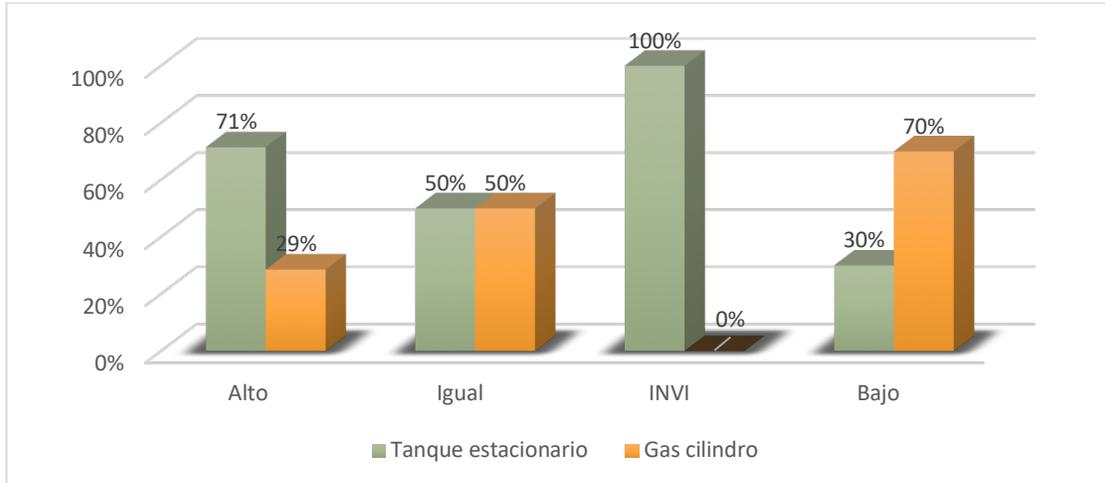
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

De acuerdo a los Inventarios de GEIs, otras fuentes de consumo de energía del sector residencial es el gas licuado de petróleo (gas LP) y el gas natural; utilizados, principalmente, en actividades como la cocción de alimentos y el calentamiento del agua. El gas LP representa el 52% del consumo de energía; mientras que el gas natural el 6% (SEDEMA, 2012:12).

Todos los encuestados tienen estufa de gas LP. El análisis comparativo entre los diferentes grupos encuestados muestra que el 70% de los que pertenecen al nivel socioeconómico alto

tienen gas estacionario; el 70% de nivel bajo tienen gas en cilindro; mientras que el 50% de los de nivel socioeconómico igual que la unidad del INVI tienen tanque estacionario. Cabe mencionar que en la unidad habitacional base se colocaron tanques estacionarios al momento de construcción.

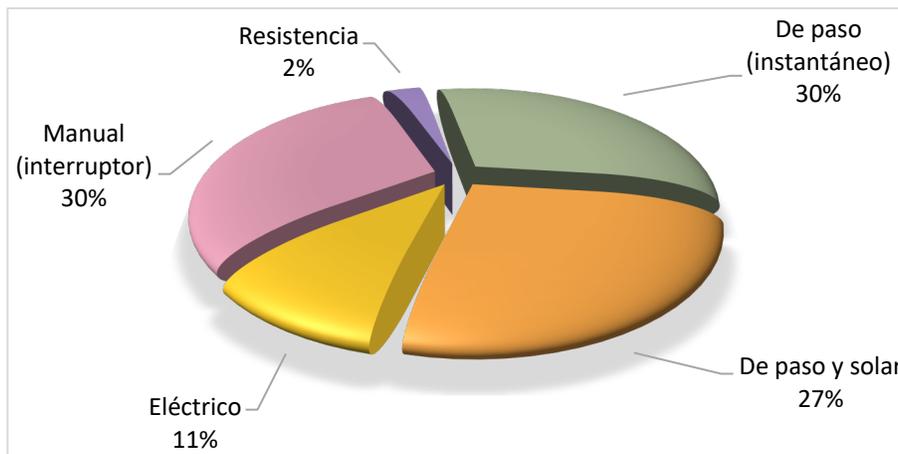
Figura 52. Tipo de combustible para cocinar por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Otra fuente importante de consumo energético es el utilizado para calentar el agua. El 97% de los encuestados tienen calentador de agua. Los tipos de calentadores que tienen en las viviendas son: manual (30%), de paso (30%), de paso y solar (30%), eléctrico (11%) y resistencia (3%). Es de notar que únicamente las viviendas de la unidad habitacional tienen calentador solar, esto se debe a la norma que obliga a incorporar ecotecnologías en vivienda nueva proyecto del INVI.

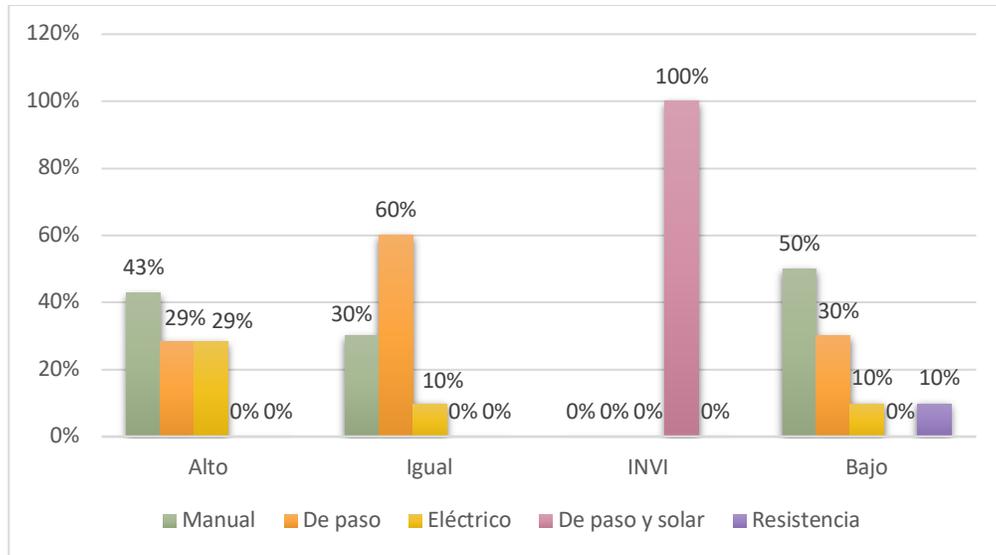
Figura 53. Tipo de calentador.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Al realizar el análisis entre los niveles, se observa que el único grupo que tiene calentador solar es el de los habitantes de la unidad construida con esa ecotecnología.

Figura 54. Tipo de calentador por nivel socioeconómico.

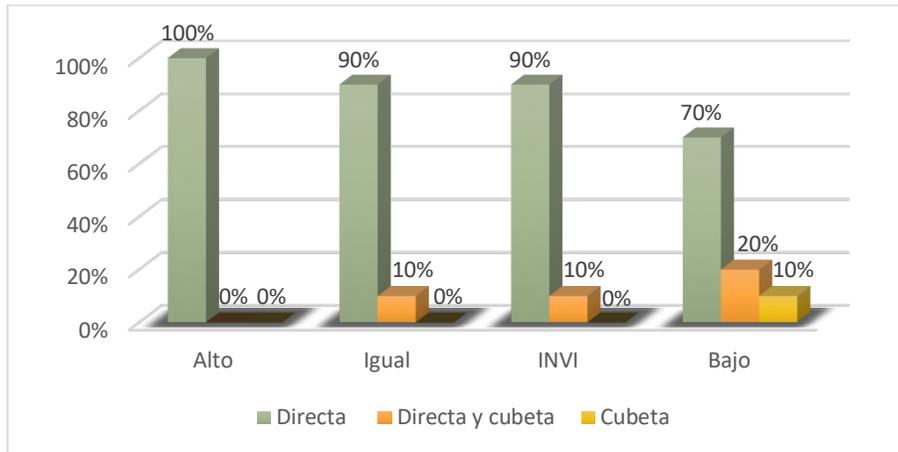


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Con el objetivo de tener un panorama sobre el metabolismo de la vivienda en la etapa de uso, en la encuesta también se incorporaron preguntas sobre el consumo de agua y generación de residuos.

Sobre el agua señalaron que todos los días de la semana tienen agua. El número de WC que tienen los de nivel socioeconómico alto y los que son del mismo nivel que los del INVI tienen en promedio 2 WC; mientras que los del INVI y los de nivel bajo 1. Cabe mencionar que el tipo de descarga de los WC es directo, sin embargo, el 20% del grupo de nivel socioeconómico bajo descarga el WC de forma directa y con una cubeta con agua que recolectan; este mismo modo de descarga lo utilizan el 10% del grupo de la unidad habitacional y el 10% de los que tienen el mismo nivel socioeconómico de los del grupo mencionado.

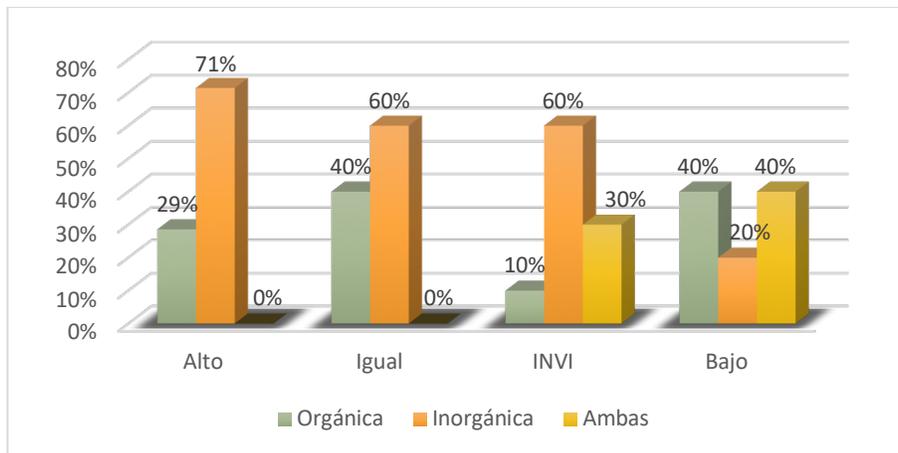
Figura 55. Descarga de agua de WC por nivel socioeconómico.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

En la generación de residuos se preguntó si separan la basura, el 100% de los del nivel socioeconómico alto, los del grupo igual que la unidad y los de la unidad separan los residuos; los de nivel bajo sólo la separa el 80%. En cuanto al tipo de residuos que mayor se genera, se observa que los de nivel socioeconómico alto generan más residuos inorgánicos, esto en comparación con los de nivel más bajo que generan mayor orgánica.

Figura 56. Tipo de residuos por nivel socioeconómico.

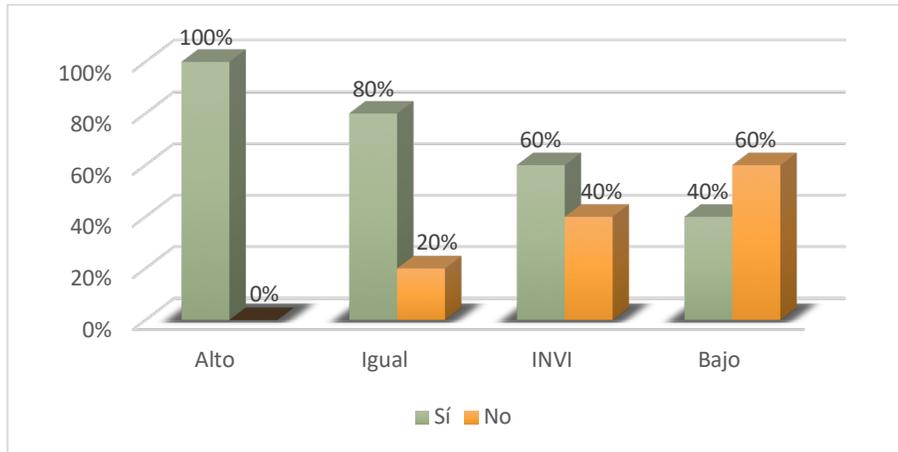


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

Como parte de la etapa de uso, en el análisis metabólico se incorpora el transporte de los habitantes de las viviendas. En este caso, como se mencionó, el sitio de referencia de las viviendas fue la delegación Coyoacán, en la que predominan el uso de suelo habitacional. Las viviendas que fueron encuestadas se encuentran ubicadas aproximadamente a 160 m de la estación Textitlán de tren ligero. Asimismo, dada la cercanía a calzada de Tlalpan, tienen una red transporte colectivo.

Las preguntas se enfocaron a saber si los encuestados tienen automóvil, el 100% del grupo de nivel socioeconómico alto tiene auto; el 80% del grupo con un nivel socioeconómico igual que los del INVI; el 60% del grupo de la unidad habitacional y el 40% del nivel socioeconómico bajo. Sin embargo, algunos contestaban que utilizaban transporte público porque están cerca de Tlalpan y tienen acceso tanto al metro como a los microbuses. En general, el tiempo de traslado es de 45 minutos.

Figura 57. Automóvil.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

A todos los encuestados se les hizo una pregunta sobre el uso de ecotecnologías. Los de nivel socioeconómico alto señalaron que, aunque están interesados en usarlas, son costosas. No las utilizan porque desconocen tecnologías sustentables o no tienen tiempo. Por otro lado, las únicas dos personas que contestaron que sí utilizaban ecotecnologías era porque trabajaba en una ONG de proyectos sustentables, mientras que la otra persona mencionó que estaba interesada en el cuidado del medio ambiente.

Los de nivel socioeconómico igual que los de la unidad habitacional que estaban a favor de las tecnologías sustentables señalaron que las utilizan por el ahorro que representan y por conciencia. Los que no utilizan ecotecnologías mencionaron desconocimiento de las tecnologías y falta de tiempo.

Las personas con nivel socioeconómico menor que la vivienda base mencionaron que utilizaban ecotecnologías como focos porque ya no venden incandescentes o porque representan un ahorro. Sin embargo, la mayoría contestó que desconocen las ecotecnologías o son muy costosas.

Los encuestados de la unidad habitacional construida por a partir del programa del INVI utilizan tecnologías sustentables por ahorro. Asimismo, se les realizaron una serie de preguntas para saber si seguían utilizando las ecotecnologías instaladas y si habían encontrado algún beneficio al utilizarlas. Todos los encuestados siguen utilizando

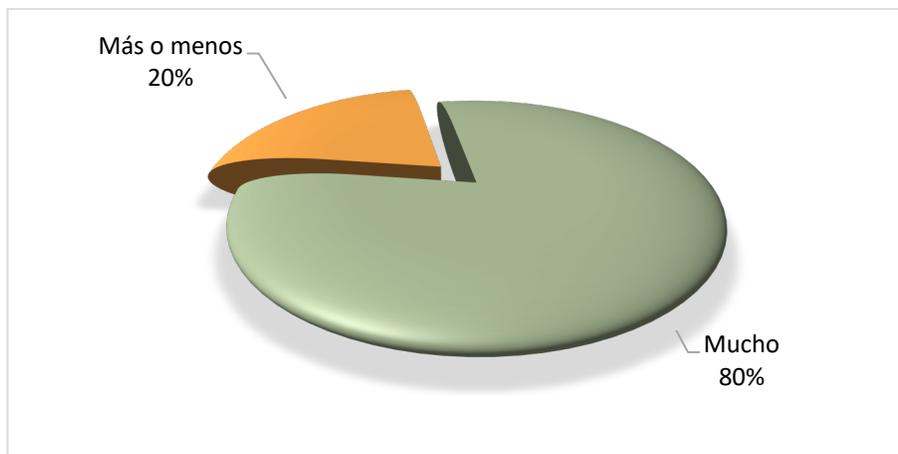
ecotecnologías, como calentadores solares, focos y el sistema de bajo consumo de agua en el WC instalado al momento de construcción.

El 80% de las personas encuestadas señalaron que han observado un beneficio económico al habitar en la vivienda sustentable, principalmente por el ahorro en gas por el calentador solar y en la luz por el uso de focos fluorescentes.

Se les preguntó la razón por la que habían optado por comprar una vivienda con ecotecnologías: tres personas señalaron que no estaban interesados en el uso de ecotecnologías que así estaba el proyecto desde el principio y así la compraron. Seis personas contestaron que la compraron para ahorrar costos y una persona renta un departamento porque está cerca del trabajo, no porque tuviera ecotecnologías.

En cuanto al nivel de satisfacción de su vivienda, el 80% está muy satisfecho, mientras que el 20% está más o menos satisfecho.

Figura 58. Satisfacción de vivienda. Grupo Unidad habitacional-INVI.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta.

A manera de conclusión de este capítulo se puede decir que es importante tener una visión sistémica de la ciudad y, por tanto, de la vivienda para poder realizar acciones que disminuyan el consumo de energía y materiales, las emisiones de GEI e impactos ambientales. Una teoría-metodología que permite hacer este examen es el metabolismo urbano y de vivienda; siempre acompañado del análisis de la ecología política urbana. Esto significa que en la parte cuantitativa es necesario saber cómo son los flujos de materiales y energía, en términos de números y datos; y en la parte cualitativa, quién se apropia de qué, cómo y con qué beneficio.

En este sentido el metabolismo y la ecología política urbana tiene una doble función, por un lado, evalúan cómo han sido históricamente los flujos de energía y materiales; así como el tipo de planeación y políticas públicas que han sido formuladas para las ciudades, y las

viviendas. Por el otro lado, permite marcar una guía de planeación y política pública para construir espacios sustentables o de bajo carbono.

En el caso del perfil metabólico de las viviendas, se debe considerar que cada edificio es único en el tiempo, espacio y función. De esta manera, es importante considerar que existen procesos complejos alrededor de las viviendas en las que están inmersos aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales que involucran diferentes actores con intereses determinados; ello a escalas de tiempo y espacio distintas.

En cuanto al perfil del metabólico de una unidad habitacional construida a partir del programa Vivienda Sustentable del INVI, se puede decir que la implementación de ecotecnologías en la Unidad habitacional sí representa una disminución en el consumo de energético de los habitantes, en comparación con los otros grupos estudiados. No obstante, no se debe caer en el mito de la eficiencia energética; estas acciones deben estar acompañadas de prácticas que disminuyan los patrones de consumo de los habitantes y el continuo monitoreo de las viviendas.

Por último, siguiendo con el análisis sistémico de las ciudades, los programas de vivienda sustentable o de bajo carbono deben incluir la participación ciudadana de los habitantes, atendiendo necesidades específicas de cada espacio; esto para evitar conflictos como en el acontecido en el caso estudiado.

Conclusiones

Como se ha desarrollado a lo largo de esta investigación, la humanidad enfrenta dos retos complejos que determinarán su rumbo: el crecimiento de las ciudades y el cambio climático global antropogénico. Estos son dos problemas que comenzaron con el establecimiento del modo de producción actual y acentuado con el modelo neoliberal. Así, los asentamientos urbanos son clave, ya que por un lado son los principales consumidores de energía y, por tanto, emisores de GEI. Por el otro lado, son espacios donde se pueden tomar la mayor parte de las acciones, tanto de mitigación como de adaptación.

Las aproximaciones teóricas - metodológicas de los sistemas complejos (García, 2006), el metabolismo urbano (Wolman, 1965; Baccini y Bruner, 1990 y 2012; Delgado, 2015) y la ecología política urbana (Heynen, Kaika y Swyngedouw, 2006; Smith, 2008) utilizadas en el presente trabajo, consideran a la ciudad como un sistema complejo, en el que existen elementos heterogéneos que intervienen en procesos, los cuales se interrelacionan e interaccionan. El sistema complejo urbano está compuesto por subsistemas como energía, agua, vivienda, transporte, residuos, áreas verdes, calidad del aire, entre otros; los cuales a su vez tienen una dimensión ecológica, social, cultural, económica y política¹⁷⁶. El presente se centra principalmente en el subsistema de la vivienda, con todas sus dimensiones. La crítica y el reto es que no se puede analizar únicamente a este subsistema, es necesario considerarlo como parte del todo.

Así, esta investigación se propuso mostrar cómo las políticas públicas segmentadas no contribuyen a disminuir las emisiones de GEI, y, por tanto a enfrentar los retos del cambio climático en las ciudades.

En primer lugar, se señaló la necesidad de delimitar el concepto de ciudad, el cual, en consonancia con Castells (1974), desde la sociología se pueden dividir en dos grandes conjuntos: la concentración espacial de la población (dimensión y densidad) y la difusión de un sistema de valores (cultura urbana). Delimitar el concepto permitió atender las dificultades que representa su definición a diferentes escalas, tanto en el análisis de la medición de emisiones de GEI, como en la implementación de acciones y de políticas públicas.

El análisis de la ciudad como sistema complejo también mostró que existe una relación de interdependencia e interdefinibilidad entre los asentamientos urbanos y el cambio climático. Esta relación se manifiesta de tres formas: la primera se refiere a la contribución de la ciudad al cambio climático a partir de las emisiones de GEI, derivadas de los flujos

¹⁷⁶ En esta investigación no se trata directamente el tema de la desigualdad, la pobreza, de las asimetrías sociales (incluyendo las de género) o de las estructuras de poder subyacentes; no obstante, se reconoce que estos también son factores a considerar cuando se construye ciudad.

metabólicos. La segunda se relaciona con la vulnerabilidad de la ciudad ante los efectos del cambio climático. Y, la tercera tiene que ver con las políticas públicas y acciones existentes para la mitigación y adaptación.

En el caso específico de CDMX, se muestra cómo su contribución al cambio climático se debe a sus características físicas, socio históricas, territoriales, demográficas y políticas. Cabe mencionar que esta ciudad no es homogénea y que se encuentra compuesta por personas de diferente clase social, género y edad que tienen hábitos de consumo diferenciados, que se reflejan en la intensidad de los flujos de materiales y energía y sus respectivos procesos metabólicos.

En cuanto al marco institucional, normativo y programático de la política pública de vivienda y cambio climático de CDMX, es de notar que es de las más avanzadas del país (Delgado, *et. al.*, 2015c; Lezama, 2014). Sin embargo, en este trabajo se muestra la falta de articulación en el diseño y ejecución entre política pública de esta ciudad y los municipios que conforman la zona metropolitana (si bien aún falta trabajo para comprender las características específicas de cada lugar).

El caso analizado de la unidad habitacional construida con el programa de Vivienda Sustentable del INVI-CDMX muestra que existen procesos complejos alrededor de una vivienda, en los que además de los aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales y culturales, se involucran actores con intereses determinados. El conflicto en torno a la construcción de esta vivienda ejemplifica la poca integración y participación que existe entre estos proyectos y las personas que habitan en barrio en el que se construirá.

Asimismo, al analizar el flujo de energía, materiales y stock¹⁷⁷ de la unidad habitacional, en las etapas de construcción y uso, los resultados revelan que en las viviendas en las que se implementaron ecotecnologías sí disminuyeron su consumo energético, en comparación con los grupos de viviendas estudiados que no las utilizan. A pesar de esta evidencia, no se debe caer en el mito de la eficiencia energética, es decir, pensar que las políticas de ahorro y eficiencia constituyen una solución de fondo a los problemas de mitigación de emisiones, es sólo una ilusión; esto implica no comprender que el problema de cambio climático y ecológico global se debe a un sistema de producción y a sus patrones de consumo.

Finalmente, parece importante cerrar el aporte de sociología urbana ambiental, a la cual le corresponde el estudio de los problemas ambientales en las ciudades derivados de los cambios ecológicos y climáticos. Al mismo tiempo le compete un papel de generar teorías y metodologías que ayuden a orientar las acciones tanto de políticas públicas como de acciones y participación ciudadana (*bottom up*) hacia la construcción de un futuro de ciudades sustentables, resilientes, de bajo carbono o circulares.

¹⁷⁷ En este sentido, el metabolismo urbano y la ecología política urbana tienen una doble función, en un primer momento permite diagnosticar cómo han sido los flujos, el tipo de planeación y las políticas públicas históricamente. En segundo lugar, permite desarrollar indicadores para diseñarlas y ejecutarlas.

Referencias

- Aguilar, Adrián (coord.). (2006). *Las grandes aglomeraciones y su periferia regional. Experiencias en Latinoamérica y España*. México: Cámara de Diputados, LIX Legislatura, Instituto de Geografía-UNAM, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Miguel Ángel Porrúa.
- Aguilar, Adrián. (2002). "Las mega-ciudades y las periferias expandidas. Ampliando el concepto en Ciudad de México". *Revista Eure*, XXVIII(85): 121-149.
- Álvarez Enríquez, Lucía, Gian Carlo Delgado Ramos y Alejandra Leal Martínez. (2016). *Los desafíos de la ciudad del siglo XXI*. México: Senado de la República, CEIICH-UNAM, PUEC-UNAM y PUES-UNAM.
- Blanco, Hilda, et. al. (2011). "The role of urban land in climate change". En Rosenzweig, Cynthia, (eds.). *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 217–248. doi:10.1017/CBO9780511783142.014
- Borja, Jordi y Manuel Castells. (2006). *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. México: Taurus.
- Castells, Manuel. (1974). *La cuestión urbana*. México: Siglo XXI.
- Castán Broto, Vanesa, Adriana Allen y Elizabeth Rapoport. (2012). "Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism". *Journal of Industrial Ecology*. 16: 851-861. doi: 10.1111/j.1530-9290.2012.00556.x.
- CDIAC- Carbon Dioxide Information Analysis Center. (2010a). *World's countries ranked by 2010 total fossil-fuel CO₂ emissions*. US Department of Energy. <http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/top2010.tot> (Consulta: 16 de enero de 2014).
- CDIAC- Carbon Dioxide Information Analysis Center. (2010b). *World's countries ranked by 2010 fossil-fuel CO₂ per capita emission rates*. US Department of Energy. <http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/top2010.cap> (Consulta: 16 de enero de 2014).
- Centro Mario Molina. (2012). *Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México*. México.
- CONAVI-SEMARNAT-SHF-INFONAVIT. (2017). *COP 17. Vivienda sustentable en México*. Gobierno Federal. México.
- CONAVI- Comisión Nacional de Vivienda. (2010a). *Código de Edificación de Vivienda*. Gobierno Federal. México.

- CONAVI- Comisión Nacional de Vivienda. (2010b). *Soluciones verdes para el sector vivienda*. Gobierno Federal. México.
- CONAVI- Comisión Nacional de Vivienda. (2008). *Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático*. Gobierno Federal. México.
- CONAVI- Comisión Nacional de Vivienda. (2007). *Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: Hacia un desarrollo habitacional sustentable*. Gobierno Federal. México.
- Conde, Cecilia. (2010). *México y el cambio climático global*. México: UNAM.
- CONUEE- CONAVI- INFONAVIT- SHF- CONAGUA- GIZ. (2013). *Estrategia Nacional para la Vivienda Sustentable*. México.
- CONUEE- CEPAL- GIZ- ADEME (2018). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de México, 2018*. México: Naciones Unidas.
- Damián, Araceli. (2000). "Pobreza urbana". En Garza, Gustavo (coord.) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Delgado Ramos, Gian Carlo, et. al. (2015a) "Asentamientos Humanos y Mitigación Climática". En *Reporte Mexicano de Cambio Climático. Grupo III Emisiones y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*. México: Programa de Investigación en Cambio Climático-UNAM.
- Delgado Ramos, Gian Carlo, Úrsula Oswald Spring y Xóchitl Cruz Núñez (coords.). (2015b). *México ante la urgencia climática: ciencia, política y sociedad*. México: CEIICH-UNAM, CRIM-UNAM y PINCC-UNAM.
- Delgado Ramos, Gian Carlo, Ana De Luca Zuria y Verónica Vázquez Zentella. (2015c). *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México*. México: CEIICH-UNAM.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. (2014). "Ecología política del metabolismo urbano y los retos para la conformación de ciudades de bajo carbono". *Crítica y Emancipación: VI(12)*: 149-173.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. (2013). "Climate change and metabolic dynamics in Latin American major cities". En Zubir, S. y Brebbia, C. (eds.). *Sustainable City Urban regeneration and sustainability*. Southampton, Reino Unido: WIT Press, 39-56.
- Delgado Ramos, Gian Carlo, Cristina Campos y Patricia M. Rentería Juárez. (2012). "Cambio climático y el metabolismo urbano de las megaurbes latinoamericanas". *Hábitat Sustentable: 2(1)*: 2-25.

- Delgado Ramos, Gian Carlo, Carlos Gay y María Amparo Martínez (coords.). (2010). *México frente al cambio climático. Retos y oportunidades*. México: Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM, CEIICH-UNAM y PINCC-UNAM.
- Dodman, D. (2009). "Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories". *Environment and Urbanization*, 21: 185-201. doi: 10.1177/0956247809103016
- DOF-Diario Oficial de la Federación. (2012). "Ley General de Cambio Climático". *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación. México, 6 de junio.
- DOF- Diario Oficial de la Federación. (2009). "Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012". *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación. México, 28 de agosto.
- DOF-Diario Oficial de la Federación. (2006). "Ley de Vivienda". *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación. México, 27 de junio. Última reforma del 14 de mayo de 2019.
- DOF-Diario Oficial de la Federación. (1993). "Ley General de Asentamientos Humanos". *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación. México, 21 de julio.
- DOF-Diario Oficial de la Federación. (1988). "Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente." *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación. México, 28 de enero. Última reforma del 16 de enero de 2014.
- Frey, William and Zachary Zimmer. (2001) "Defining the city". En Paddison, Ronan (edit.) *Handbook of urban studies*, London, UK: Sage Publications.
- García, Néstor. (2004). "El dinamismo de la descomposición: megaciudades latinoamericanas". En Navia, Patricio y Marc Zimmerman. *Las ciudades latinoamericanas en el nuevo desorden mundial*. México: Siglo XXI.
- García, Rolando. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. México: Gedisa.
- Garza, Gustavo. (2000). "Ámbitos de la expansión territorial". En Garza, Gustavo (coord.). *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Garza, Gustavo y Araceli Damián. (1991). "Ciudad de México, etapas de crecimiento, infraestructura y equipamiento". En Schteingart, M. (coord.). *Espacio y vivienda en la Ciudad de México*. México: El Colegio de México.
- Garza, Gustavo y Crescencio Ruiz. (2000). "La ciudad de México en el sistema urbano nacional" en Garza, Gustavo (Coord.) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.

- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2012). “Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 19 de octubre.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2011). “Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 16 de junio.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2010). “Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 15 de julio. Última reforma del 24 de marzo de 2015.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2008). “Ley de Desarrollo Metropolitano para Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 3 de enero.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2007a). *Programa General de Desarrollo del Distrito Federal, 2007-2012*. Distrito Federal, México.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2007b). *Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, 2007-2012*. Distrito Federal, México.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal (2004). “Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 29 de enero. Última reforma del 14 de enero de 2016.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2000). “Ley Ambiental de Protección del Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 13 de enero. Última reforma del 8 de septiembre de 2017.
- GDF- Gobierno del Distrito Federal. (2000). “Ley de Vivienda del Distrito Federal”. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. México, 2 de marzo. Última reforma del 28 de noviembre de 2014.
- Harvey, David. (2012). *Rebel cities. From the right to the city to the urban revolution*. Nueva York, EUA: Verso.
- Hernández Moreno, Silverio. (2014). “Integración de la planeación de la vida útil en el proceso de diseño arquitectónico de edificios ambientales en México”. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 16 (julio-diciembre): 103-121.
- Hernández Moreno, Silverio. (2012). *Introducción a la planeación de la vida útil en proyectos de arquitectura y edificación*. México: Plaza y Valdés.
- Heynen, Nik, Maria Kaika y Erik Swyngedouw (eds). (2006). *In the Nature of Cities. Urban political ecology and the politics of urban metabolism*. London, UK y New York, US: Routledge.

- INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011a). Panorama sociodemográfico del Distrito Federal. México.
- INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011b). Panorama sociodemográfico del Estado de México. México.
- INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011c.) Panorama sociodemográfico de Hidalgo. México.
- INVI- Instituto Nacional de Vivienda. (2008). Memoria Descriptiva, Conjunto Habitacional Tlalpan 3155. Nueva Generación A.C. Autoproducción.
- INFONAVIT- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. (2010). *Informe anual de actividades, 2010*. México.
- INFONAVIT- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. (2011). *Informe anual de actividades, 2011*. México.
- INFONAVIT- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. (2011b). *Informe anual de Sustentabilidad, 2011*. México.
- IEA- International Energy Agency. (2019). *CO₂ Emissions from fuel combustion, 2019*. Paris, Francia: OECD/IEA.
- IEA- International Energy Agency. (2013a). *CO₂ Emissions from fuel combustion, 2013*. Paris, Francia: OECD/IEA.
- IEA- International Energy Agency. (2013b). *Transition to sustainable buildings. Strategies and opportunities to 2050*. Paris, Francia: OECD/IEA.
- IPCC. (2019). *Global Warming of 1.5°C*. Geneve, Switzerland: IPCC.
- IPCC. (2014a). “Human settlements, infrastructure and spatial planning”. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014b). “Summary for policymakers”. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- IPCC. (2013). “Summary for Policymakers”. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.

- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- ISO. (2006). *ISO 14040: Environmental Management: Life Cycle Assessment- Principles and framework*. Geneva, Switzerland: ISO.
- Kennedy, Christopher, S. Pinceti y P. Bunje. (2011). "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design." *Environmental Pollution*, 159(8-9): 1965-1973.
- Kennedy, Christopher, *et.al.* (2009). "Greenhouse Gas Emissions from Global Cities". *Environmental Science Technology*, 43: 7297-7302.
- Leff, Enrique. (2011). "Sustentabilidad y racionalidad ambiental: hacia "otro" programa de sociología ambiental", *Revista Mexicana de Sociología*, 73(1): 5-46.
- Lezama, José Luis. (2014). *Política energética y sustentabilidad. La estrategia mexicana de ahorro y eficiencia de energía eléctrica en los hogares y la experiencia internacional*. México: El Colegio de México.
- McEvoy, Darryn, J. Handley y Sarah Lindley. (2006). "Adaptation and mitigation in urban areas: synergies and conflicts", *Proceedings of ICE-Municipal Engineer*, 159: 185-191. doi: 10.1680/muen.2006.159.4.185.
- Morales, María Dolores. (2000). "Expansión urbanística entre 1858 y 1910". En Garza, Gustavo (coord.) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Morillón, David y Diego Morales. (2012). *Energía para el Edificio Sustentable*. México: UNAM y Terracota.
- Morillón, David, Jorge Rosas-Flores y Dionicio Rosas-Flores. (2011). "Saturation, energy consumption, CO₂ emission and energy efficiency from urban and rural households' appliances in Mexico", *Energy and Buildings*, 43: 10-18.
- Müller, Daniel, *et al.* (2013). "Carbon emissions of infrastructure development." *Environmental Science & Technology*, 47: 11739-11746.
- Naciones Unidas. (2019). *World urbanization prospects. The 2018 revision*. The Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations.
- Naciones Unidas. (2012). *World urbanization prospects. The 2011 revision*. The Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations.
- Naciones Unidas. (2009). *World Fertility Patterns 2009*. Wall Chart. (ST/ESA/SER.A/294, Sales No. E.09.XIII.12).

- Negrete Salas, María Eugenia. (2000). "Dinámica demográfica" en Garza, Gustavo (Coord.) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Presidencia de la República. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. Poder Ejecutivo Federal. México.
- Rubalcava, Rosa María y Martha Schteingart. (2000). "Segregación socioespacial". En Garza, Gustavo (coord.) *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Sassen, Saskia. (2005). "Situando ciudades en circuitos globales". En Arce, Carlos, *et. al. Ciudades del siglo XXI: ¿competitividad o cooperación?* México: Cámara de Diputados LIX Legislatura, Miguel Ángel Porrúa y CIDE.
- Schteingart, Martha. (2015). *Desarrollo urbano-ambiental, políticas sociales y vivienda. Antologías*. México: El Colegio de México.
- SEDESOL- Secretaría de Desarrollo Social. (2007). *Programa Social de Desarrollo Social 2007-2012*. Gobierno Federal. México.
- SEDEMA-Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2014a). *Estrategia Local de Acción Climática, Ciudad de México 2014-2020*. Gobierno del Distrito Federal/Centro Mario Molina. México.
- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2014b). *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020*. Gobierno del Distrito Federal/Centro Mario Molina. México.
- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2012a). *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México. Informe final 2012*. Gobierno del Distrito Federal. México.
- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2012b). *5 años de avances del Plan Verde*. Gobierno del Distrito Federal. México.
- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2012c). *Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana el Valle de México, 2010. Gases de efecto invernadero y carbono negro*. Gobierno del Distrito Federal. México.
- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2010). *Plan Verde de la Ciudad de México*. Gobierno del Distrito Federal. México.
- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*. Gobierno del Distrito Federal. México.

- SEDEMA- Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). *Programa de Certificación de Edificios Sustentables*. Gaceta Oficial del Distrito Federal. México, 25 de noviembre.
- SEDESOL- CONAPO- INEGI. (2012a). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*. México.
- SEDESOL- CONAPO- INEGI. (2012b). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010. Análisis de Resultados*. México.
- SENER- Secretaría de Energía. (2011). *Indicadores de eficiencia energética en México*. Gobierno Federal. México.
- Smith, Neil. (2008). *Uneven development : nature, capital, and the production of space*. USA: The University of Georgia Press.
- UN-HABITAT. (2011). *Global Report on Human Settlements 2011. Cities and Climate Change*, United Nations Human Settlements Programme. London, UK y Washington DC, USA: Earthscan.
- UN-HABITAT- CONAVI, PUEC (2013). *Perfil del sector vivienda*. México: UNAM.
- Zhang, Yurong, *et. al.* (2017). "Comparison of evaluation standards for green building in China, Britain, United States". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68 (Part 1): 262–271.
- Zuo, Jian, *et. al.* (2017). "Green building evaluation from a life-cycle perspective in Australia: A critical review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70: 358–368.

Anexo

Encuesta para la Evaluación del Metabolismo de la Vivienda (etapa de uso)

- 1- Sexo Femenino_____ Masculino_____
- 2- Edad_____
- 3- Ocupación_____
- 4- Número de habitantes de la vivienda_____
- 5- Número de personas entre 18 y 60 años_____
- 6- Clase de vivienda Casa independiente_____ Casa en edificio_____
- 7- ¿Cuántos cuartos tiene la vivienda? _____
- 8- ¿Cuál es la extensión de la vivienda? _____
- 9- ¿De qué materiales está hecha la vivienda?

Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto_____ Lámina de cartón_____
Lámina de asbesto_____ Madera_____ Adobe_____

Luz, agua y gas

- 10- ¿Cuántos focos tiene su vivienda? _____
- 11- Tiene focos: Incandescentes (normales)_____ Fluorescentes_____ LED_____
- 12- Watts de la mayoría de los focos: _____
- 13- ¿En esta vivienda cuántos días a la semana les llega el agua?
Diario_____ Cada tercer día_____ Dos veces por semana_____
Una vez por semana_____ De vez en cuando_____
- 14- ¿Cuántos baños (excusados, retrete o sanitario) tiene su casa? _____
- 15- ¿De cuántos litros son los depósitos de agua? _____
- 16- ¿El servicio sanitario: Tiene descarga directa de agua_____ Le echan agua con cubeta_____
- 17- ¿El combustible que más usan para cocinar es:
Gas cilindro_____ Tanque estacionario_____ Electricidad_____ Carbón_____
- 18- La basura de esta vivienda
La recoge el camión o carrito de basura_____ La tiran en un contenedor o depósito_____
La queman_____ La tiran en un terreno baldío o calle_____
¿Separa su basura en orgánica e inorgánica? Sí_____ No_____
¿Qué tipo de basura genera más? Orgánica_____ Inorgánica_____
- 19- ¿En esta vivienda tienen:
Estufa de gas Sí_____ No_____
Estufa eléctrica Sí_____ No_____
Tinaco Sí_____ No_____
Calentador de agua (boiler) Sí_____ No_____
¿Qué tipo de calentador tiene?
Manual (con un interruptor)_____ De paso (instantáneos)_____ Eléctrico_____ Solar_____

POLÍTICA VERDE URBANA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Cisterna Sí _____ No _____
Regadera Sí _____ No _____
- 20- En esta vivienda tienen
- Radio Sí _____ No _____
Televisor Sí _____ ¿Cuántos? _____ Pantallas _____ Normales _____
No _____
- Refrigerador Sí _____ No _____
Plancha Sí _____ No _____
Lavadora Sí _____ No _____
Secadora Sí _____ No _____
Automóvil Sí _____ No _____
- ¿Cuánto tiempo dura el traslado de su hogar a su trabajo (¿o cualquier otro destino)? _____
- Computadora Sí _____ No _____
Teléfono celular Sí _____ No _____
- 21- Sustentabilidad. Su vivienda cuenta con:
- Calentador solar Sí _____ No _____
Focos ahorradores de energía (fluorescentes) Sí _____ No _____
Captación y utilización de aguas pluviales Sí _____ No _____
Tratamiento y utilización de aguas jabonosas en descargas de WC Sí _____ No _____
- 22- ¿Por qué ha decidido utilizar productos sustentables?

-
- 23- ¿Por qué no utiliza productos sustentables?
- Costo _____ Desconocimiento de tecnologías _____ Falta de tiempo _____
Otra _____

Sólo en vivienda sustentable

- 24- ¿Ha observado beneficios en su ingreso al habitar una vivienda sustentable?
- _____
- 25- ¿Por qué optó por comprar una vivienda con tecnologías sustentables?
- _____
- 26- ¿Se siente satisfecho con su vivienda?
- Mucho _____ Más o menos _____ Poco _____ Nada _____
- 27- Sigue utilizando ecotecnologías Sí _____ No _____
- Calentador solar _____
Focos ahorradores _____
Sistemas de bajo consumo en el WC _____
Otros _____

Siglas y acrónimos

CDMX	Ciudad de México
CFC	Clorofluorocarbonos
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
COP	Conferencia de las partes de la UNFCCC
D.F.	Distrito Federal
DUIS	Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GDF	Gobierno del Distrito Federal
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gt	Gigatonelada
HCFC	Hidroclorofluorocarbonos
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México
Infonavit	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
INVI-DF	Instituto de Vivienda del Distrito Federal
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Cambio Climático)
LCA	Life cycle assessment (Análisis de ciclo de vida)
LEED	Leadership in energy and environmental design
MEFA	Material-energy flow accounting
MTm	Millón de toneladas métricas
Mwh	Megavatio-hora
N ₂ O	Óxidos de Nitrógeno
NAMAS	Nationally Appropriate Mitigation Actions (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ONU-HABITAT	Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
PACCM	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México
PJ	Petajoule
PM _{2.5}	Partículas en suspensión de menos de 2.5 micras de diámetro
PM ₁₀	Partículas en suspensión de menos de 10 micras de diámetro
ppm	Partes por millón
ProAire	Programas de gestión para mejorar la calidad del aire
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX
UN-DESA	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México