



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
ENERGÍA – DISEÑO BIOCLIMÁTICO DE EDIFICACIONES

ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE LOS PROGRAMAS DE VIVIENDA  
SUSTENTABLE EN MÉXICO

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
AMALINALLI VELÁZQUEZ HERNÁNDEZ

TUTOR:  
CLAUDIA, SHEINBAUM, PARDO,  
INSTITUTO DE INGENIERÍA

CD. MX. MAYO 2019



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.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dra. Martín del Campo Márquez Cecilia

Secretario: Dr. Rodríguez Padilla Víctor

Vocal: Dra. Sheinbaum Pardo Claudia

1er. Suplente: Dr. Quezada García Sergio

2do. Suplente: Dr. Polo Labarrios Marco Antonio

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: INSTITIUTO DE INGENIERÍA

**TUTOR DE TESIS:**

CLAUDIA SHEINBAUM PARDO

---

**FIRMA**

*Dedicado a mi familia*

## Agradecimientos

Quiero agradecer a la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de desarrollarme académicamente, a la Facultad de Ingeniería, a mi directora de tesis y mis sinodales, por su apoyo comprensión y observaciones.

Gracias a todos.

# Índice

Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tablas.....	iv
Glosario .....	v
Prólogo (Resumen).....	1
Palabras clave / Keywords.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos particulares .....	2
Capítulo 1 Introducción.....	3
Capítulo 2 Antecedentes.....	8
Capítulo 3 Marco Teórico.....	12
3.1. Principales actores en el sector vivienda en México.....	12
3.2. Acciones mundiales contra el cambio climático .....	14
3.3. Acciones en México contra el cambio climático .....	15
3.4. Programas de vivienda sustentable en México.....	18
3.4.1. Programa Hipoteca Verde (INFONAVIT) .....	18
3.4.2. Programa Vida Integral INFONAVIT: Vivienda Sustentable (INFONAVIT) .....	19
3.4.3. Programa NAMA de Vivienda Nueva (CONAVI) .....	20
3.4.4. Herramientas y material de apoyo de los programas de vivienda sustentable en México	22
Capítulo 4 Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el Objetivo 11 relacionado con la vivienda sustentable.....	27
4.1. Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles .....	28
4.1.1. Objetivo 1 Fin de la pobreza.....	29
4.1.2. Objetivo 2 Hambre cero .....	29
4.1.3. Objetivo 3 Salud y bienestar .....	29
4.1.4. Objetivo 4 Educación de calidad .....	29
4.1.5. Objetivo 5 Igualdad de género .....	30
4.1.6. Objetivo 6 Agua limpia y saneamiento .....	30
4.1.7. Objetivo 7 Energía asequible y no contaminante .....	30
4.1.8. Objetivo 8 Trabajo decente y crecimiento económico .....	30

4.1.9.	Objetivo 9 Industria, innovación e infraestructura .....	30
4.1.10.	Objetivo 10 Reducción de las desigualdades .....	31
4.1.11.	Objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles .....	31
4.1.12.	Objetivo 12 Producción y consumo responsable.....	32
4.1.13.	Objetivo 13 Acción por el clima.....	32
4.1.14.	Objetivo 14 Vida submarina .....	33
4.1.15.	Objetivo 15 vida de ecosistemas terrestres .....	33
4.1.16.	Objetivo 16 Paz, justicia e instituciones solidas .....	33
4.1.17.	Objetivo 17 Alianzas para lograr los objetivos .....	33
4.2.	Relaciones propuestas .....	33
Capítulo 5 Metodología para la generación de los Indicadores de sustentabilidad para los programas de vivienda en México .....		35
5.1.	Datos primarios .....	36
5.2.	Datos procesados y estadísticos .....	36
5.3.	Indicadores de sustentabilidad en la vivienda .....	38
5.3.1.	Indicadores de desarrollo humano .....	38
5.3.2.	Indicadores de crecientito sustentable.....	40
5.3.3.	Indicadores de sustentabilidad ambiental.....	41
Capítulo 6 Evaluación de los programas de vivienda mediante uso de indicadores de sustentabilidad.....		44
Capítulo 7 Propuestas de mejora a los programas de vivienda sustentable en México .....		48
Capítulo 8 Conclusiones .....		50
Fuentes de consulta .....		51

## Índice de Figuras

Figura 1. Consumo total mundial de energía por sector, 2015 9,383.60 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MMtep).....	3
Figura 2. Regiones hidrológicas de México con mayor crecimiento poblacional. ....	4
Figura 3. Proyección de la población en México.....	5
Figura 4. Créditos hipotecarios al 2030.....	6
Figura 5. Actores principales en el sector vivienda en México (Fuente: Elaboración propia con información de Fundación IDEA).....	12
Figura 6. Antecedentes mundiales contra el cambio climático. ....	14
Figura 7. Antecedentes mundiales contra el cambio climático. ....	15
Figura 8. Cronología de las acciones sustentables en México. ....	18
Figura 9. Cronología NAMA.....	20
Figura 10. Desarrollo sustentable. ....	27
Figura 11. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. ....	28
Figura 12. Transversalización de los ODS en el ODS 11. ....	34
Figura 13. Metodología para la generación de indicadores.....	36
Figura 14. Porcentaje de viviendas habitadas con rezago (Fuente: CONDUSEF).....	39
Figura 15. Variables económicas 2010-2030.....	41
Figura 16. Viajes de: todas las entidades de la ZMVM Hacia: CDMX (Fuente: INEGI). ....	42
Figura 17. Viajes de: CDMX Hacia: todas las entidades de la ZMVM (Fuente: INEGI). ....	42
Figura 18. Proyecciones de la disponibilidad natural media del agua per cápita en México (Fuente: Estadísticas del Agua en México, CONAGUA). ....	43
Figura 19. Sustentabilidad NAMA de vivienda nueva. ....	44
Figura 20. Sustentabilidad Vida Integral INFONAVIT. ....	45



## Índice de Tablas

Tabla 1. Cobertura de Agua y alcantarillado para los años 2010 y 2015 (Numeragua, 2015).....	4
Tabla 2. Número de viviendas que contaban con electricidad, calentador solar de agua, panel solar para electricidad y con uso de leña o carbón para cocinar, para los años 2010 y 2015 (Sistema de información energética, 2018).....	5
Tabla 3. Viviendas particulares, ocupantes y hogares por tipo a mitad de año (2005-2050).....	6
Tabla 4. Número de créditos por tipo de solución, 2016.....	7
Tabla 5. Uso del CPI.....	25
Tabla 6. Datos generales.....	37
Tabla 7. Datos NAMA.....	37
Tabla 8. Datos vida integral INFONAVIT.....	38
Tabla 9. Resultados NAMA de vivienda nueva.....	44
Tabla 10. Resultados Vida Integral INFONAVIT.....	45

## Glosario

AMEXCID	Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo
ACV	Herramienta para Análisis de Ciclo de Vida
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CANADEVI	Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEV	Código de Edificación de Vivienda
CIDS	Centro de Investigación para el Desarrollo Sostenible
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CMP	Conferencia de las Partes en Calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto
CNUDS	Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible
CNUVDUS	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONDUSEF	Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COP	Conferencia de las Partes
CPA	Consumo Proyectado de Agua
CPI	Índice de Ciudades Prósperas
DEP	Demanda de Energía Primaria
DET	Demanda Específica Total
DUIS	Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables
ECUVE	Evaluación Cualitativa de la Vivienda y su Entorno
FONHAPO	Fondo Nacional de Habitaciones Populares
FOVISSSTE	Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
FVC	Fondo Verde para el Clima
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
IDG	Índice de Desempeño Global
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
ISA	Índice de Satisfacción del Acreditado
KfW	Banco de Desarrollo Alemán
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MEES	Estándares Mínimos de Eficiencia Energética
MIC	Mecanismo de Implementación Conjunta
MINURVI	Asamblea General de Ministros y Autoridades Máximas de la Vivienda y el Urbanismo de los Países de América Latina y el Caribe
NAMA	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas
NOM	Norma Oficial Mexicana
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONAVIS	Organismos Nacionales de Vivienda

ONU	Organización de las Naciones Unidas
OREVIS	Organismos Estatales de Vivienda
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RUV	Registro Único de Vivienda
SCE	Sistema de Comercio de Emisiones
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDESOL	La Secretaría de Desarrollo Social
SIGFRE	Sistema de Información Geográfica de fuentes Renovables de Energía
SISEVIVE	Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde
SHF	Sociedad Hipotecaria Federal
SOFOM	Sociedad Financiera de Objeto Múltiple
TBI	Tradicional Bajo Ingreso
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

## Prólogo (Resumen)

El cambio climático y la escasez de agua son dos fenómenos que amenazan la sustentabilidad de nuestro planeta, y que son el resultado de prácticas ineficientes y contaminantes de la vida cotidiana de la humanidad. La vivienda, como el espacio donde se desarrollan gran parte de las actividades fundamentales de los seres humanos puede ser el centro de la estrategia integral de sustentabilidad. Este trabajo presenta una evaluación de la sustentabilidad de dos programas de vivienda sustentable en México los cuales son: “Acciones de mitigación Nacionalmente apropiadas (NAMA) de vivienda nueva” y “Vida Integral INFONAVIT”, esto mediante la generación de indicadores de sustentabilidad a partir de la transversalización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); se busca averiguar en qué medida los programas mexicanos de vivienda sustentable cumplen los ODS. Los ODS tienen metas específicas para el año 2030, algunas de estas son: asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales; proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos; y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para una planificación y gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países, entre otras, tales como crear áreas verdes públicas. Mediante la revisión de diversas publicaciones se proyectan los valores de las propuestas de programas mexicanos para la generación de los indicadores de sustentabilidad. Los resultados muestran que el programa “NAMA de vivienda nueva” tiene un mejor resultado en el factor económico. Sin embargo, mientras que el programa “Vida integral INFONAVIT” tiene un mejor desempeño en el factor social. Esto, debido que el segundo programa propone alternativas de mejora tales como: aprovechar el suelo intraurbano disponible; en caso de suelo extraurbano, promover una expansión ordenada de las ciudades mediante la oferta de suelo apto; orientar la política de vivienda con una lógica urbana sustentable, que deriva de un modelo de ciudades compactas y competitivas; vincular la producción de vivienda a la oferta de empleo, tanto en volumen como ubicación; sobre los instrumentos de financiamiento para la vivienda; la asignación de créditos y subsidios que deberá privilegiar a la vivienda para que cuente con una ubicación adecuada, con cercanía de los beneficiarios a las fuentes de empleo, instalaciones educativas, de salud de comercio y de recreación; y contar con tecnologías eficientes en el consumo de energía y agua; así como del manejo de éstas y de desechos.

## Palabras clave / Keywords

Sustentabilidad; transversalización, Objetivos de Desarrollo Sostenible; programas de vivienda sustentable / Sustainability; transversality; Sustainable Development Objectives; sustainable housing programs.

## Objetivo general

Evaluar el impacto de los programas de vivienda sustentable a partir de indicadores de sustentabilidad y proponer alternativas para su mejora.

## Objetivos particulares

1. Analizar los programas de vivienda y sus instrumentos.
2. Definir indicadores de sustentabilidad para el análisis de la vivienda sustentable.
3. Evaluar los programas de acuerdo con los indicadores.
4. Proponer alternativas de mejora.

## Capítulo 1 Introducción

Los retos más grandes que amenazan la sustentabilidad de nuestro planeta a mediano y largo plazo son el cambio climático y la escasez de agua potable. Estos dos fenómenos, que son el resultado fundamentalmente de prácticas ineficientes y contaminantes en la vida cotidiana de la humanidad, ponen en riesgo la estabilidad social, económica y ambiental a nivel global. Por ello, es imperativo generar las acciones necesarias para garantizar un uso eficiente y sustentable de la energía y el agua, en beneficio de los habitantes presentes y de las generaciones futuras. El hombre puede desarrollar proyectos en la naturaleza mediante un método de actuación correcta teniendo responsabilidad ambiental sin saqueo de recursos (McHarg, 2000). En este reto, la vivienda, como el espacio donde se desarrollan gran parte de las actividades fundamentales de los seres humanos, puede ser centro de la estrategia integral de sustentabilidad.

Si bien el tema de la sustentabilidad se debe abordar desde distintos frentes, resulta innegable el impacto ambiental que se genera en las viviendas de manera cotidiana. El sector de la vivienda toma una relevancia particular en la estrategia de sustentabilidad debido a su tamaño y proyección de crecimiento de los niveles de consumo de energía y agua. Se estima que este sector es responsable del 32% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en México, "lo que representa el 16.2% del consumo total de energía y el 26% del consumo total de electricidad" (NAMA de vivienda existente, 2013). Aproximadamente el 21.9% del consumo mundial de energía corresponde al sector residencial (ver Figura 1) mientras que en México corresponde aproximadamente al 18.1% del consumo energético del país (Balance Nacional de energía, 2016).

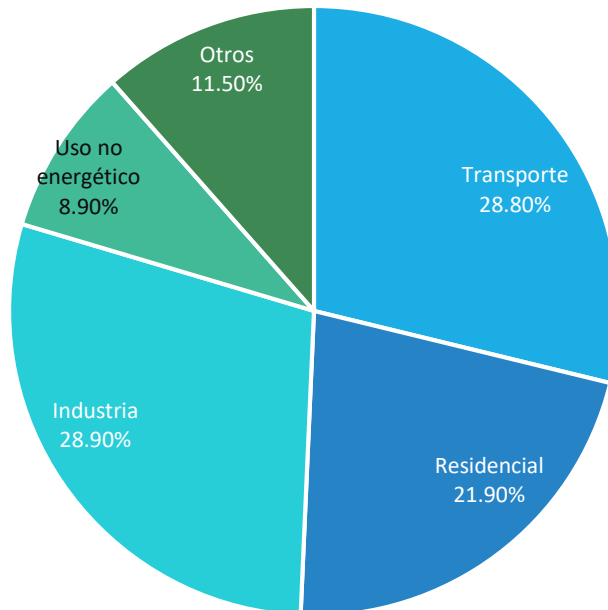


Figura 1. Consumo total mundial de energía por sector, 2015 9,383.60 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MMtep).

Por otra parte, el agua destinada al abastecimiento público representaba en 2016 el 14.6% del volumen total consumido (Estadísticas del agua en México, 2016). El número de viviendas con agua entubada representaba el 91.5% en 2010 mientras que en el 2015 solo un 74.1%; así como, el número de viviendas con drenaje representaba el 90.5% en 2010 y el 93.2% en 2015 (ver Tabla 1).

Tabla 1. Cobertura de Agua y alcantarillado para los años 2010 y 2015 (Numeragua, 2015).

		2010		2015
Cobertura de agua potable (millones de habitantes)	Nacional	102.0807		110.5375
	Urbana	82.5028		88.044
	Rural	19.682		22.44
Cobertura de alcantarillado (millones de habitantes)	Nacional	100.6208		109.223
	Urbana	83.1069		88.872
	Rural	17.602		20.405
<b>Residencial (número de viviendas particulares habitadas)</b>		<b>28,138,556</b>		<b>31,949,709</b>
Número de viviendas con agua entubada		25,746,779	91.5%	23,674,734 74.1%
Número de viviendas con drenaje		25,465,393	90.5%	29,777,129 93.2%

El aumento de la población y mayor actividad económica generara una menor disponibilidad de agua por persona proyectándose que para 2030 sea de 3783 m<sup>3</sup>/habitante/año de los 4066 m<sup>3</sup>/habitante/año que se tenían en 2015. El 70% del crecimiento poblacional ocurrirá en las regiones hidrológicas administrativas de: Río Bravo, Península de Baja California, Lerma-Santiago- Pacífico y Aguas del Valle de México (ver Figura 2).



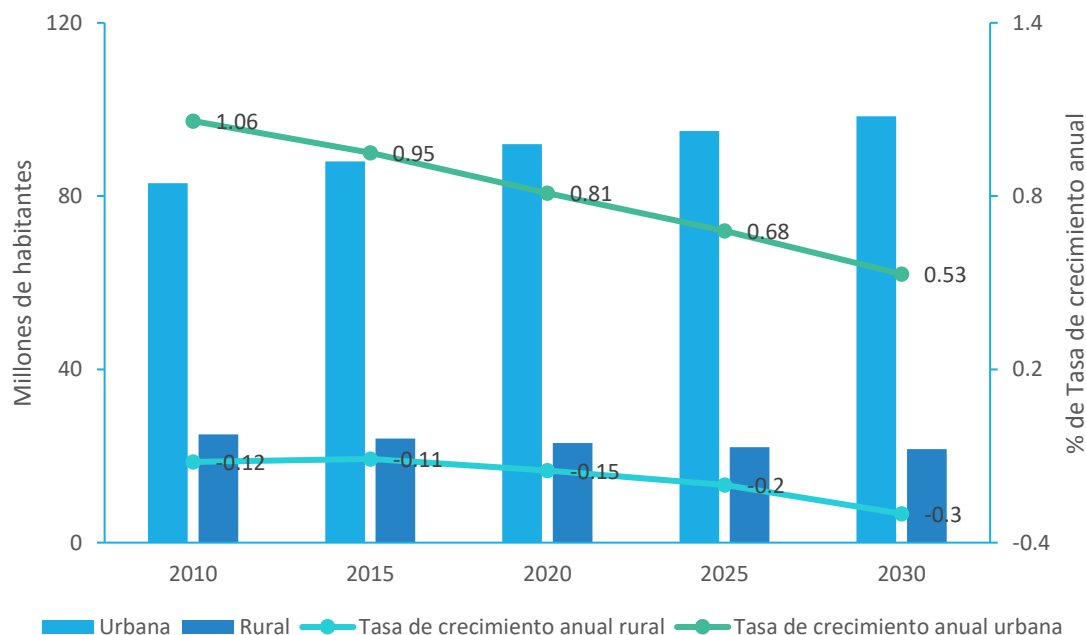
Figura 2. Regiones hidrológicas de México con mayor crecimiento poblacional.

Respecto al consumo eléctrico, en México durante el 2015 habitaban 119,938,473 personas en 31,949,709 viviendas, de las cuales el 98.7% contaban con electricidad (INEGI, 2015). Cabe mencionar que sólo el 3.2% disponía de calentador solar de agua y el 0.5% tenían paneles solares para la generación de electricidad. En la Tabla 2 se presentan los datos correspondientes.

Tabla 2. Número de viviendas que contaban con electricidad, calentador solar de agua, panel solar para electricidad y con uso de leña o carbón para cocinar, para los años 2010 y 2015 (Sistema de información energética, 2018).

	2010		2015	
<b>Residencial (número de viviendas particulares habitadas)</b>	<b>28,138,556</b>		<b>31,949,709</b>	
Número de viviendas con electricidad	27,519,508	97.8%	31,534,363	98.7%
Número de viviendas con calentador solar de agua	900,434	3.2%	1,022,391	3.2%
Número de viviendas con panel solar para electricidad	140,693	0.5%	159,749	0.5%
Número de viviendas con uso de leña o carbón (cocinar)	4,080,091	14.5%	4,724,814	14.8%

De acuerdo con la estrategia nacional para la vivienda sustentable (Fundación IDEA, 2013), en 2015 se proyectaba un promedio de 3.7 ocupantes por vivienda (11,839,559 ocupantes) y para el año 2030 se proyecta un promedio de 3.4 con 120 millones de ocupantes de los cuales aproximadamente el 81% se asentará en áreas urbanas; y que para el año 2050, la población de México será de aproximadamente 150 millones de habitantes (Proyecciones de la población de México 2010-2050, 2012) de los cuales solo 121 millones ocupará una vivienda y sólo el 87% vivirá en las ciudades (ver Figura 3 y Tabla 3).



Nota: datos interpolados al 31 de diciembre de cada año, se considera población rural a poblaciones con menos de 2500 habitantes (Estrategia nacional para la vivienda sustentable, 2013).

Figura 3. Proyección de la población en México.



Tabla 3. Viviendas particulares, ocupantes y hogares por tipo a mitad de año (2005-2050).

Año	Vivienda	Ocupantes	Hogares					
			Total	Nuclear	Extenso	Compuesto	Corresidentes	Unipersonales
2005	24,385,837	103,522,201	25,120,275	17,194,850	5,382,606	312,753	178,021	2,052,045
2010	27,294,756	107,946,843	28,116,121	19,038,217	6,085,764	339,436	203,266	2,449,438
2015	30,212,863	111,839,559	31,121,301	20,798,485	6,822,885	361,443	229,388	2,909,100
2020	33,061,322	115,274,622	34,054,400	22,430,931	7,558,740	376,950	254,913	3,432,866
2025	35,719,329	118,193,445	36,790,908	23,860,308	8,253,809	384,002	277,794	4,014,995
2030	38,053,202	120,419,848	39,193,231	25,000,294	8,872,740	381,941	297,978	4,640,278
2035	40,093,636	121,834,972	41,294,794	25,885,779	9,480,108	380,263	313,897	5,234,747
2040	41,740,203	122,416,414	42,990,690	26,488,251	9,977,816	372,518	329,306	5,822,799
2045	42,973,348	122,222,812	44,260,779	26,845,931	10,336,532	359,357	342,999	6,375,960
2050	43,768,332	121,325,058	45,079,580	26,978,684	10,538,407	341,495	354,239	6,866,755

Asimismo, en la tercera década de este siglo, México tendrá cerca de 50 millones de hogares aproximadamente (Estado de las ciudades de América Latina, 2012). Se estima que para satisfacer sus necesidades será necesaria la construcción de casi 11 millones de viviendas nuevas del 2011 al 2030, y que unos 9 millones de viviendas requerirán renovación parcial o total en el mismo período (Supported NAMA for Sustainable Housing in Mexico - Mitigation Actions and Financing Packages, 2014).

El número anual de créditos de vivienda deberá crecer en 25% respecto al 2007, llegando a 1.46 millones hacia el 2020, y en 40% al 2030, en niveles de 1.64 millones anuales para satisfacer la demanda social de casas nuevas (ver Figura 4). Adicionalmente se deberá atender la demanda de rehabilitación de vivienda que la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) ubica en 1.2 millones.

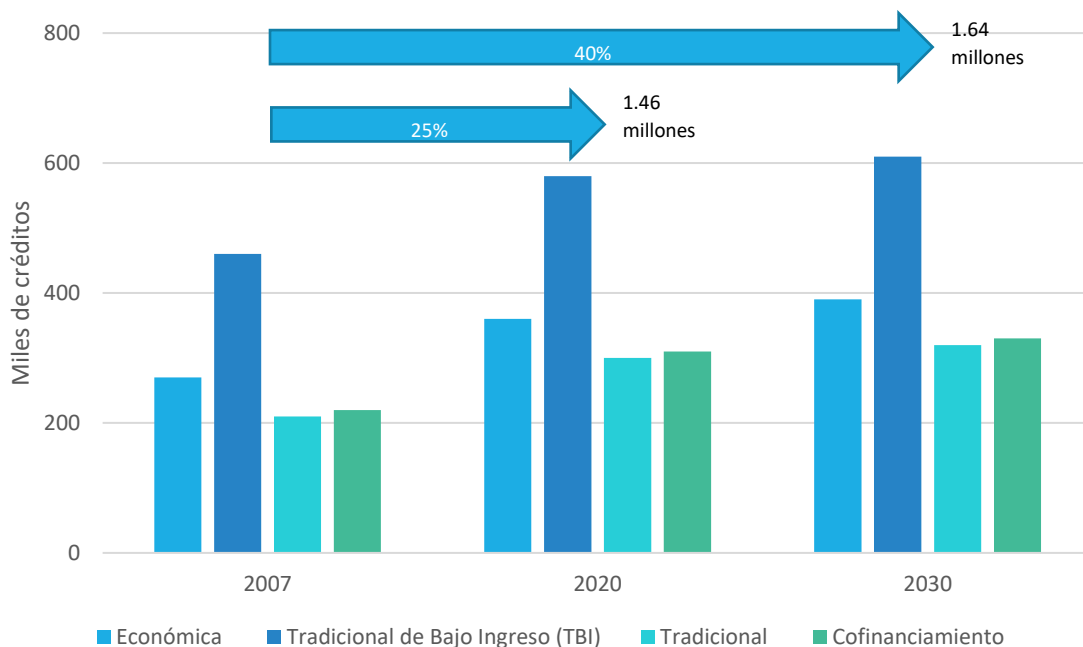


Figura 4. Créditos hipotecarios al 2030.

La dirección de estudios económicos de la vivienda de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) estimó que en 2016 se solicitaron 1,166,872 créditos de vivienda de los cuales 575,409 fueron para adquisición, 475,353 para mejoramiento y 116,110 para autoproducción (ver Tabla 4) (Demanda de vivienda, 2016). En el 2017 se otorgaron 108,363 créditos de vivienda de los cuales 85,423 fueron para adquisición de vivienda además de 21,043 en coparticipación con los Organismos Nacionales de Vivienda (ONAVIS) (total y segundo crédito INFONAVIT), 3,693 para autoconstrucción y 1,417 para mejoras a la vivienda además de 87,745 garantizados con la subcuenta de vivienda (MEJORAVIT de INFONAVIT y Respalda2M de FOVISSSTE), de los créditos a adquisición de vivienda 14,573 fueron para vivienda social, 37,658 para vivienda media y 33,192 para vivienda residencial (Indicadores básicos de créditos a la vivienda, 2017).

*Tabla 4. Número de créditos por tipo de solución, 2016.*

	Adquisición	Mejoramiento	Autoproducción	Total	Composición %
INFONAVIT	394,753	320,765	29,680	745,198	63.9
FOVISSSTE	59,847	19,730	0	79,577	6.8
Banca *	105,000	10,000	3,500	118,500	10.1
Otras entidades +	15,809	124,858	82,930	223,597	19.2
<b>Total</b>	<b>575,409</b>	<b>475,353</b>	<b>116,110</b>	<b>1166,872</b>	<b>100</b>

\* Engloba a la Banca Múltiple, SOFOMES, Microfinancieras, y demás figuras que promueven productos para vivienda, + se consideran a Fonhapo, Orevis, Banjercito, Issfam, Pemex, Hábitat A.C. y otras agencias productoras de vivienda.

En México se han desarrollado diversas acciones de alto impacto (enfocadas en la vivienda social) para promover la construcción y equipamiento de viviendas nuevas más eficientes en el consumo de agua y energía. Por otro lado, es importante realizar acciones desde el interior de las viviendas, logrando que éstas tengan un consumo eficiente de recursos. Por ello, se han creado algunos mecanismos que ayudan a la población a incorporar el uso de ecotecnologías al interior de sus viviendas, tales como la Hipoteca Verde, las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAS, por sus siglas en inglés) dirigidas hacia la vivienda y el Programa "ECOCASA".

En cuanto a las acciones para promover la sustentabilidad ambiental, durante el 2013 se otorgaron 358,029 hipotecas verdes. Este financiamiento promueve el uso de tecnologías que reducen el consumo de energía eléctrica, gas y agua; por ejemplo, llaves ahorradoras de agua, focos de bajo consumo y calentadores solares; y tiene como consecuencia, disminuir la emisión de dióxido de carbono y la reducción del costo en el pago de estos servicios (Lineamientos de sustentabilidad, 2017)

De acuerdo con el Registro Único de Vivienda (RUV), de 2007 a 2012 se registró la construcción de 659,468 viviendas con ecotecnologías, lo que refleja el creciente interés por atender la calidad de las viviendas en términos de sustentabilidad (Programa nacional de vivienda 2014-2018).

## Capítulo 2 Antecedentes

La primera Cumbre de la Tierra de la ONU en Río en 1992 instó a los países a construir indicadores de desarrollo sostenible. Desde entonces, una serie de organizaciones internacionales y nacionales han realizado un trabajo considerable en esta área. La Comisión de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (CNUDS) fue la primera organización internacional en publicar un conjunto de indicadores en 1996. Los indicadores relacionados con la vivienda son: superficie por persona; población de asentamientos urbanos formales e informales; distancia recorrida per cápita por modo de transporte; e intensidad de uso energético. La limitación de este conjunto de indicadores puede atribuirse al hecho de que no fue diseñado específicamente para países desarrollados. Los temas revisados de la CNUDS fueron el punto de partida para muchos países en sus conjuntos de indicadores nacionales.

En el artículo *“Social neglected effect in the implementation of energy technologies to mitigate climate change: sustainable building program in social housing”* (Hernández F., 2019), se mostró que aunque los actuales programas de vivienda nueva sostenible en la Ciudad de México contemplan la instalación de sistemas eficientes de energía y agua, así como el uso de tecnologías de energía renovable, la política gubernamental no es suficiente, debido a que no son instalados por los propietarios una vez que son entregados, por lo que, la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> es menor de lo esperado. Teniendo en claro que el gobierno de la Ciudad de México no aportó suficiente información y capacitación relacionada con los beneficios y el uso de las tecnologías de mitigación. Además, el gobierno no desarrolló una metodología de seguimiento una vez que se proporcionaron las viviendas. Este es uno de los principales fallos del programa. Una observación relevante es que; en el caso de la iluminación eficiente y los refrigeradores, donde se aplican los Estándares Mínimos de Eficiencia Energética, se produce el reemplazo de tecnologías antiguas por nuevas, lo que demuestra que los estándares de energía son la principal política de mitigación para eliminar el efecto social de descuido a largo plazo.

Internacionalmente, Winston et Al. (2007) demostraron qué, aunque crear indicadores es difícil, consume tiempo y es costoso, además implica un compromiso político y, su selección es un acto político. Además, mostraron que el conjunto de indicadores que se habían estado desarrollado es relativamente débil, ya que hay poco énfasis en los aspectos sociales o económicos de la vivienda sostenible. Dada la importancia de los diversos aspectos de la vivienda, como su ubicación, diseño y uso, las organizaciones internacionales deben incorporar indicadores relacionados con la vivienda que tengan: validez científica; confiabilidad; visión de guía; una perspectiva holística; amplia gama de condiciones; pertinencia; elementos esenciales; énfasis en la desigualdad y cuestiones de distribución, alcance adecuado; sensible al cambio; comparabilidad, fácilmente entendido; inequívoca; enfoque práctico; franqueza; aportaciones de los principales interesados, incluido el consumidor.

En México se reportó el uso y características de sistemas pasivos de climatización utilizados en viviendas nuevas que se estaban ofertando en cinco zonas de la República Mexicana: Colima, Hermosillo, zona Metropolitana de la Ciudad de México, Tampico y Temixco, que representan cuatro diferentes climas (Huelsz et Al., 2011). En ese trabajo se analizaron un total de 126 prototipos de viviendas en los que se evaluaron once elementos: orientación para el control de la radiación solar, orientación para la ventilación, color de la superficie exterior del techo, color de la superficie exterior de los muros, altura interior, distribución de áreas, porcentaje de área ocupada, número de niveles, piso exterior en el predio, pavimento o material en andadores, uso de vegetación y árboles.

Además, se consideraron sistemas pasivos de climatización adicionales y sistemas ahorradores de energía o agua. Los resultados muestran que el uso de sistemas pasivos en las viviendas es deficiente y que se puede mejorar el diseño para que las viviendas sean más adecuadas al clima donde están edificadas.

Además, se han evaluado y clasificado 46 tecnologías de construcción diferentes contra 10 indicadores de sostenibilidad, que son: costo inicial de construcción por m<sup>2</sup>, requisitos del proceso de construcción y producción, tiempo y grado de prefabricación, escala de la economía, durabilidad, requisitos de mantenimiento, modularización y flexibilidad, creación de valor local, interfaz a utilidades básicas, capacidad de reciclaje y demolición. Se concluye que las tecnologías más prometedoras están estrechamente relacionadas con la producción local de materiales. Se observa que la amplia variedad de tecnologías tiene un gran rendimiento general, y van desde materiales de origen biológico, como el bambú y la madera, hasta tecnologías industrializadas, como el hormigón. Además, las posibilidades de mejora son enormes, y la opción de combinar diferentes tecnologías parece ser el enfoque más prometedor (Wallbaum et Al., 2011).

En 2012 el Centro Mario Molina publica la “Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México” (Centro Mario Molina, 2012) en el cual generan el Índice de Sustentabilidad de la Vivienda y su Entorno (ISV), este trabajo muestra que la estimación del ISV corroboró que los retos de sustentabilidad tienen características netamente regionales, las cuales demandan estrategias focalizadas de sustentabilidad. Un ejemplo es que, en Cancún, donde se encontró una proporción muy alta de usuarios destinando más de 30 % de su ingreso al pago de la vivienda y un índice ambiental que podría mejorar en 25 % si en lugar de ocupar suelos selváticos los conjuntos habitacionales se establecieran en suelo urbano subutilizado.

En 2015 se analizaron los modelos de sustentabilidad más conocidos a nivel mundial (BREEAM, CASBEE, LEED y VERDE) en las etapas del ciclo de vida del edificio que ellos evalúan y a partir de esta revisión se diseñó una metodología de evaluación para la vivienda social sustentable, flexible para adecuarse a las diversas condiciones que presenta el sector inmobiliario en México; la cual se aplicó en un caso estudio local y arrojó como resultado la gran necesidad de reforzar las prácticas sustentables locales ya que el nivel de cumplimiento de los criterios definidos fue tan sólo un 52% de su totalidad (Rodríguez et Al., 2015). La aplicación de la metodología de evaluación en un proyecto típico de vivienda social en la localidad permitió reconocer lo siguiente:

- a) El porcentaje de cumplimiento de estándares de sustentabilidad en la oferta actual de vivienda de interés social en las localidades es bajo ya que apenas supera el 50% de los “parámetros” totales que la metodología evalúa; y
- b) La “clasificación” referente a diseño bioclimático es la de mayor peso y la de mayor cantidad de “parámetros” a evaluar y en este caso en específico sólo el 24.68% de la ponderación es de 45%

Por otro lado, Hák et Al. (2015) recomiendan que los ODS y particularmente los indicadores sean analizados a fondo por expertos. Es necesario que haya un gran número (varios cientos) de indicadores bastante específicos y técnica y metodológicamente avanzados para cubrir aspectos relevantes de todos los objetivos y metas. Los indicadores respectivos deben respetar las limitaciones de datos, ser respaldados científicamente, revisados y confirmados por múltiples estudios, pero al mismo tiempo, deben ser relevantes para el objetivo dado.

En 2016 Martínez et Al. analizaron el impacto de los Estándares Mínimos de Eficiencia Energética (MEES) en el consumo de electricidad residencial y las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas con refrigeradores, lavadoras, acondicionadores de aire, televisores y productos de iluminación en México. En su documento presentan los logros estimados de los MEES de 1990 a 2012 y los escenarios futuros hasta 2030 mediante la implementación de MEES más estrictos basados en la mejor tecnología disponible. Se concluyó que la política de mitigación del cambio climático debe continuar promoviendo la ampliación de la eficiencia de los principales dispositivos residenciales. La reducción adicional de las emisiones de CO<sub>2</sub> requiere una política vigorosa necesaria para la promoción de fuentes de energía renovables en la producción de electricidad en México en lugar de gas natural como se ha proyectado en los últimos años. Éste es un ejemplo de los objetivos que México puede lograr en el contexto del cambio climático.

Por otra parte, Rid et Al. (2016) presentaron una encuesta en la que se pidió a los interesados en bienes raíces que evaluaran los indicadores aplicados por diferentes sistemas de certificación de sostenibilidad. Los encuestados se dividieron en dos: los encuestados del ámbito regulatorio (los municipios, la industria de la construcción y los planificadores) y los encuestados del ámbito social (inquilinos). Los resultados mostraron que, en la dimensión ecológico-física, el consumo de energía para calefacción y agua caliente son considerados los recursos más relevantes de la sostenibilidad. Con respecto al aspecto de la ubicación, todas las partes interesadas consideraron que una distancia corta al transporte público, a los centros comerciales y un mínimo de olor y contaminación acústica son importantes, también consideraron importante el aislamiento acústico y la posibilidad de ventilación natural en los espacios de sus hogares. Los aspectos de seguridad, como la protección contra incendios, también tuvieron una calificación por encima del promedio. Dentro de la encuesta, los encuestados del ámbito regulatorio valoraron los aspectos de la refrigeración de edificios, el uso de materiales de construcción respetuosos con el medio ambiente, la reciclabilidad de los materiales de construcción y el aislamiento significativamente más altos que otros aspectos. Dentro de la dimensión sociocultural, prefieren el aspecto de la influencia en el proceso de construcción por parte de los usuarios y aspectos de seguridad sobre otros aspectos. El aspecto del espacio abierto público también se valora por encima del promedio. Además, califican el aspecto de uso común y áreas de uso mixto significativamente más alto que otros. El patrimonio es significativamente más alto que el de los encuestados del ámbito social, lo que podría generar conflictos potenciales entre las partes interesadas en términos de la evaluación de la sostenibilidad de los bienes raíces residenciales. Con respecto a la dimensión económica, la retención del valor de la propiedad es de particular importancia para los encuestados. Además, y en línea con la teoría económica, para el grupo de partes interesadas del ámbito social, el aspecto de los costos operacionales (soportados por los propietarios) desempeña un papel fundamentalmente menor en relación con la sostenibilidad de los bienes raíces residenciales que para otras partes interesadas.

Recientemente Giannetti et Al. (2017) evaluaron proyectos nacionales de vivienda social de Brasil y recomendaron cuáles deben promoverse en cada estado brasileño, con el objetivo de lograr una mayor sostenibilidad. En ese trabajo consideran que la elección de un proyecto basado exclusivamente en consideraciones económicas podría ser prematura, ya que puede renunciar a la oportunidad de maximizar la sostenibilidad del programa nacional de vivienda social. Este estudio también proporciona una contribución científica al método de contabilidad emergente con respecto a las escalas de análisis que apoyan los criterios utilizados para contar un recurso como local o importado y al considerar las renovaciones parciales de los recursos según las características regionales. Además de los resultados específicos para el estudio de caso evaluados, este trabajo

contribuye a una contabilidad de emergencia más precisa al poner en discusión la importancia de considerar el intercambio de recursos entre regiones para respaldar un procedimiento de etiquetado de recursos como local o importado, y considerando la renovabilidad parcial regional que influye en la renovación de los recursos locales.

Por su parte, Chairello et Al. (2017) analizaron la adecuación de los desarrollos de viviendas típicas con respecto a los criterios de Selo Casa Azul (certificación voluntaria para construcción sostenible de viviendas en Brasil) mediante la verificación de las instalaciones existentes y teniendo en cuenta las limitaciones de los proyectos reales. Como resultado obtuvieron que algunos criterios no estaban presentes en ninguno de estos proyectos y que la alineación con los criterios de Selo depende de la estrategia de la compañía, sin importar el estándar económico de sus edificios, así como, que la mayoría de las acciones necesarias para resolver criterios insatisfechos se pueden resolver en la etapa de diseño, y estas modificaciones no requieren grandes inversiones. Este estudio tiene como objetivo contribuir a la discusión sobre la construcción sostenible en Brasil.

## Capítulo 3 Marco Teórico

En este capítulo se presentan los principales actores del sector vivienda en México, las acciones mundiales y mexicanas que se han realizado en contra del cambio climático en materia de vivienda y la evolución de los programas de vivienda sustentable en México y su estado actual.

### 3.1. Principales actores en el sector vivienda en México

En una estrategia de vivienda social sustentable es necesaria la participación de distintos actores interesados en la promoción de viviendas que brinden mejor calidad de vida a sus habitantes sin poner en riesgo el bienestar de las generaciones futuras (Velázquez et Al.). Los principales actores que se requiere estén en coordinación y comunicación en el sector vivienda en México se muestran en la Figura 5. Entre los que se encuentran los siguientes:



Figura 5. Actores principales en el sector vivienda en México (Fuente: Elaboración propia con información de Fundación IDEA).

La **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)** que es un organismo administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, creado en 1989, cuya responsabilidad es administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales en México. Dentro de su estructura se encuentra el Servicio Meteorológico Nacional.

La **Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)** es el organismo federal encargado de coordinar el impulso del sector vivienda, de supervisar que los objetivos del Gobierno Federal hacia la vivienda en el país se cumplan, y de que lo anterior se realice con apego al *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024* y a la *Política Nacional de Vivienda 2018-2024: hacia un desarrollo habitacional sustentable*. La Ley de Vivienda expedida en 2006 asigna a la CONAVI la supervisión de las acciones de vivienda que se realicen considerando plenamente el desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable (CONAVI, 2019). Además, desarrolla y promueve mecanismos y programas de financiamiento, subsidio y ahorro para la adquisición de vivienda, enfocados en las familias de menores ingresos. A partir del 2007, la CONAVI implementa el Programa “Ésta es Tu Casa”, el cual busca apoyar a la población con ingresos más bajos para que pueda acceder a una solución de vivienda habitacional a través de la entrega de un subsidio que varía de acuerdo con la modalidad y al valor de la vivienda o proyecto (Fundación IDEA, 2011).

La **Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)** que es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que fue creada a través de la *Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía* publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre del 2008, y tiene como objetivo central promover la eficiencia energética y fungir como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía (CONUEE, 2019).

**El Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE)**, encargado de otorgar créditos para vivienda a los trabajadores al servicio del Estado. A partir de 2012, Fovissste se suma al programa federal para subsidios “Ésta es tu Casa” y adopta como paquete obligatorio las ecotecnologías del “Paquete básico de CONAVI”. No se basa en puntajes, sino únicamente en el uso de y aplicación de ecotecnologías en la vivienda. El paquete de ecotecnologías del Fondo contempla los siguientes 4 rubros de atención: Agua, Energía Eléctrica, Gas/Solar y Salud.

**El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT)**, que es una institución creada por Ley, gobernada por una Asamblea conformada por representantes de los sectores de los trabajadores, patronal y del Ejecutivo Federal, en partes iguales. El Instituto surgió como una demanda del sector obrero para cumplir con la ley del derecho de los trabajadores a adquirir una vivienda digna. La misión del Instituto es contribuir al bienestar integral de los trabajadores y sus familias al cumplir con la responsabilidad social de:

- 1) Ofrecer soluciones accesibles de crédito, para que resuelvan su necesidad de vivienda en entornos sustentables y comunidades competitivas,
- 2) Pagar rendimientos competitivos a la subcuenta de vivienda, y
- 3) Ofrecer información y asesoría sobre su ahorro, crédito y elección de vivienda para que constituyan un patrimonio (INFONAVIT, 2019).

La **Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)** de México, es un órgano centralizado de la administración pública federal encargado de ofrecer programas y apoyos al pueblo, a través de la



administración de recursos para el mismo propósito; además de crear programas para combatir la pobreza. Proporciona bienes y productos de interés social a personas necesitadas, incluyendo apoyos, servicios especiales, despensa básica, entre otros. Trabaja en coordinación con institutos para jóvenes, adultos mayores y personas con capacidades especiales.

La **Sociedad Hipotecaria Federal (SHF)** o Sociedad Nacional de Crédito, es una de las principales instituciones de la banca de desarrollo perteneciente al sistema bancario mexicano. Fue creada el 11 de octubre de 2001 mediante la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la *Ley Orgánica de Sociedad Hipotecaria Federal* y sustituyó al Banco de México como fiduciaria en el *Fondo de Operación y Financiamiento Bancario a la Vivienda*, el 26 de febrero de 2002, fecha de la primera sesión de su Consejo Directivo. El objetivo de esta institución es la promoción del desarrollo en el mercado de crédito a la vivienda y de las capacidades productiva y tecnológica del sector vivienda, haciendo énfasis en la vivienda de interés social y la ubicadas en zonas y comunidades indígenas.

### 3.2. Acciones mundiales contra el cambio climático

A partir de la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 se instituye una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a solucionar el desafío del cambio climático para las generaciones presentes y futuras. Se reconoce que el cambio de clima alrededor del mundo requiere de un compromiso compartido entre la humanidad, que se ve afectada por la contaminación causada por actividades humanas (CMNUCC, 1992).

En 1995 se creó la Conferencia de las Partes (COP) como el órgano supremo de la CMNUCC con capacidad de decisión y compuesta por todas las naciones que firmaron la Convención (Desarrollos Habitacionales Sustentables ante del Cambio Climático, 2011). La tarea más difícil de la COP es llegar a acuerdos específicos que sean accionables y medibles, para poder analizar los avances y obstáculos enfrentados. Para ello, en 1997 se creó el Protocolo de Kioto, que es un instrumento legal que establece compromisos cuantitativos para limitar las emisiones de GEI para el periodo 2008-2012. En la Figura 6 se muestra una línea cronológica de los antecedentes mundiales contra el cambio climático.

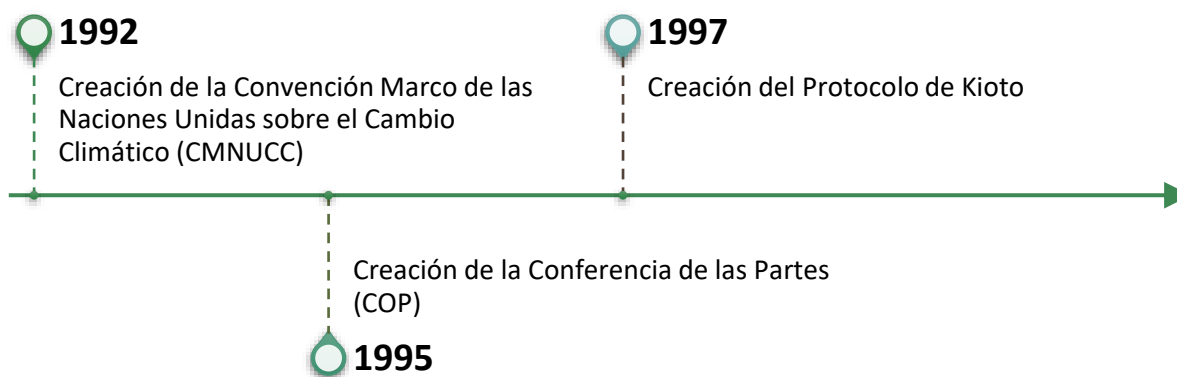


Figura 6. Antecedentes mundiales contra el cambio climático.

Para ayudar a los países desarrollados a cumplir con sus metas de reducción de emisiones, y para promover la participación del sector privado y de los países en desarrollo en el esfuerzo global de mitigación, en el Protocolo de Kioto se incluyen tres mecanismos de flexibilidad: el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), el Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) y el Mecanismo de Implementación Conjunta (MIC). Esto dio inicio a los mercados de carbono, donde se comercia la reducción de emisiones de GEI.

### 3.3. Acciones en México contra el cambio climático

En los últimos años, México ha tomado un liderazgo relevante a nivel mundial para impulsar las acciones globales de la mitigación del cambio climático en el marco de las COP en el tema del sector vivienda. En la Figura 7 se presentan los antecedentes que México ha realizado. En la COP15, México abordó el proyecto de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) como medio para apoyar los objetivos establecidos en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

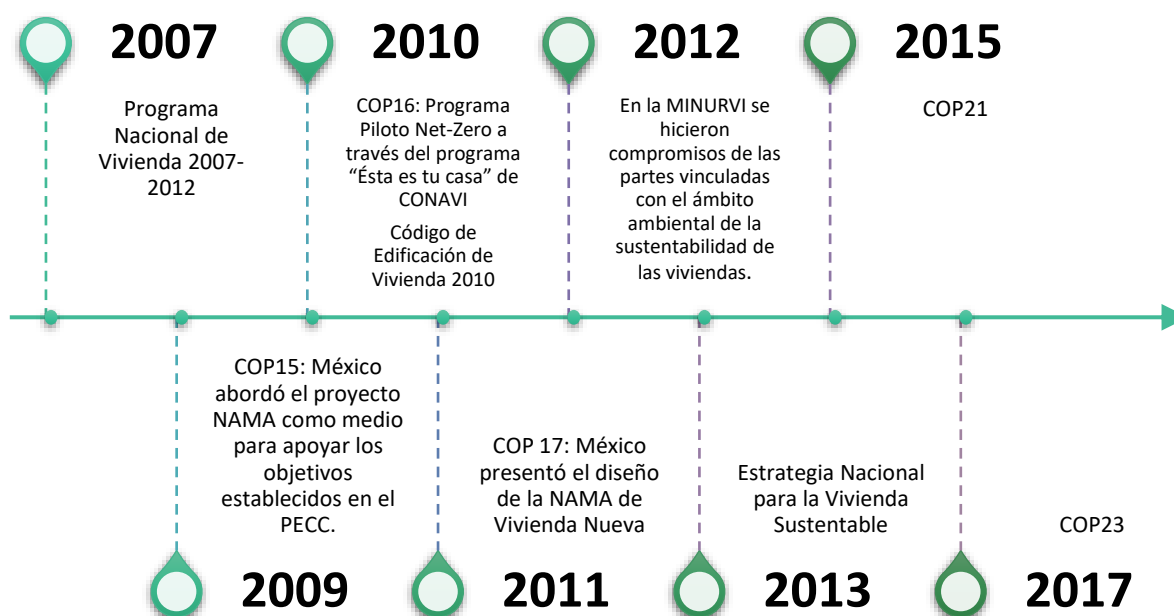


Figura 7. Antecedentes mundiales contra el cambio climático.

En 2010 en Cancún, Quintana Roo, se inauguraron la COP16 y la CMP6, en las que México se comprometió a reducir en 50% sus emisiones de GEI hacia el 2050, con relación a las emitidas en el año 2000. Además, propuso apoyar la creación de un Fondo Verde para el Clima (FVC), cuyo objetivo de este fondo es financiar los proyectos de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en los países en desarrollo (COP16/CMP6, 2010).

Como actor global, México participó activamente en la definición de la Agenda 2030. El país fue uno de los más activos en los foros de consulta, participando y liderando el proceso de negociación. No solo presentó propuestas puntuales para incorporar los principios de igualdad, inclusión social y económica, e impulsó que la universalidad, sustentabilidad y los derechos humanos fuesen los ejes rectores de la Agenda 2030. También abogó por la adopción de un enfoque multidimensional de la pobreza que, además de considerar el ingreso de las personas, tomara en cuenta su acceso efectivo a otros derechos básicos como la alimentación, educación, salud, seguridad social y servicios básicos en la vivienda. México ha mantenido su participación en la implementación de la Agenda 2030, algunos de los avances son (ODS, 2019):

- México fue uno de los dos países voluntarios en la región para presentar avances sobre los ODS ante el Foro Político de Alto Nivel en Desarrollo Sostenible.
- Instalación del Comité Técnico Especializado en Desarrollo Sostenible (Presidencia de la República-INEGI), con la participación de las dependencias de la Administración Pública Federal.
- El Senado de la República instaló el Grupo de trabajo sobre la Agenda 2030, el cual dará seguimiento y respaldo desde el poder legislativo al cumplimiento de los ODS.
- Desarrollo del Plan de implementación de los ODS por parte de la Presidencia de la República y la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Instalación del Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

En cuanto al sector de la vivienda, México presentó el Programa Piloto Net-Zero, en cuyo marco el Gobierno Federal a través del programa “Ésta es tu casa”, coordinado por la CONAVI, define ciertos atributos que deben contener las viviendas para acceder al subsidio federal.

Al año siguiente (2011), en la COP17, efectuada en Durban, Sudáfrica, México presentó el diseño de la NAMA de Vivienda Nueva, el cual fue aprobado por parte de los representantes (Vivienda sustentable en México, 2011).

En el 2012 se albergó en la Ciudad de México la XXI Asamblea General de Ministros y Autoridades Máximas de la Vivienda y el Urbanismo de los Países de América Latina y el Caribe (MINURVI). En ésta se hicieron compromisos de las partes vinculadas con el ámbito ambiental de la sustentabilidad de las viviendas.

En el Programa de Labores 2017, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) – Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), se estipula que se debe de reforzar y trabajar en la mejora de estrategias y programas de vivienda, bajo una perspectiva de sustentabilidad e integración al tejido urbano, para reducir el efecto que ejerce la edificación sobre el medio ambiente y evitar poner en peligro la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras, con el fin de que éstos operen de forma homóloga conforme a los criterios técnicos que la CONAVI defina. Para ello, se debe considerar también la aplicación de la Nueva Agenda Urbana derivada de Hábitat III (CNUVDUS, 2016).

La Nueva Agenda Urbana y la formulación de políticas, planes y programas, consideran el papel de la urbanización como motor del desarrollo sostenible, los vínculos urbano-rurales, la relación entre las dimensiones sociales, económicas y ambientales del desarrollo sostenible para promover sociedades estables, prósperas e inclusivas y los siete ejes de la Política de Desarrollo Urbano. Así entonces, todos los esfuerzos deben estar alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, principalmente el 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y el 13 (Acción por el clima), junto con los acuerdos de la COP21 París.

Los objetivos de México en la COP21 fueron:

- 50% de reducción de emisiones contaminantes, comparada con las generadas en 2000.
- 25% menos emisiones de compuestos de efectos invernadero. Según la dependencia, se disminuirán en 22% los gases de efecto invernadero y en 51% el carbono negro para alcanzar la meta.
- 43 de cada 100 fuentes de energía serán limpias. Es decir, provendrán de fuentes renovables, en cogeneración con gas natural y plantas termoeléctricas con captura de dióxido de carbono. Se espera un avance de 35% para 2024. Además, el país se comprometió a promover el uso doméstico de calentadores y celdas solares.
- Eliminar 25 de cada 100 fugas y quemas controladas de metano.
- Alcanzar una tasa de deforestación cero, mediante plantaciones forestales comerciales y recuperación de ecosistemas naturales.
- Garantizar y monitorear el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales en asentamientos humanos mayores a 500,000 habitantes.
- Homologar la normatividad ambiental para vehículos y tener gasolinas y diésel de ultra bajo azufre.
- Recuperación y uso de metano en rellenos sanitarios municipales y plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Instalación de biodigestores en granjas agropecuarias y recuperación de los pastizales, así como la tecnificación del campo mexicano.

El Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, toma los objetivos de la Política Nacional de Vivienda presentada por el presidente de la República el 11 de febrero de 2013, la cual incluye un nuevo modelo enfocado a promover el desarrollo ordenado y sustentable del sector; a mejorar y regularizar la vivienda urbana; así como a construir y mejorar la vivienda rural.

En la COP23 Bonn SEDATU – CONAVI destacaron que: tres de cada 10 viviendas entregadas con subsidio en México, tienen el componente de las NAMA, aumentaron a 92 mil 472 las viviendas construidas bajo los criterios de las NAMA durante la administración 2012, desde 2013, se han invertido más de mil millones de euros en la implementación de la NAMA de Vivienda Sustentable en México, y que las NAMAs son parte de la Estrategia Nacional de Vivienda Sustentable. Hasta noviembre de 2017, el Gobierno de la República ha logrado la construcción de 92 mil 472 viviendas bajo los criterios de las NAMA, superando la meta propuesta de 80 mil soluciones habitacionales en 2013.

### 3.4. Programas de vivienda sustentable en México

Los objetivos del Gobierno Federal y de las organizaciones nacionales e internacionales hacia la mitigación del cambio climático en la vivienda han aterrizado en programas específicos. El propósito de estos programas es crear una vivienda energéticamente sustentable, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, reducir el consumo de agua y mejorar la calidad de vida de los mexicanos. En la Figura 8 se muestra el contexto cronológico en el cual se han desarrollado los principales esfuerzos que fomentan la sustentabilidad de la vivienda en México a partir del año 2007 y el estado actual de los mismos (2019).



Figura 8. Cronología de las acciones sustentables en México.

#### 3.4.1. Programa Hipoteca Verde (INFONAVIT)

Desde el año 2007, el INFONAVIT implementa el Programa Hipoteca Verde, cuyo objetivo es promover medidas sustentables dentro de la vivienda a través de la inclusión de tecnologías ecológicas o ecotecnologías; es esencialmente un esquema de crédito bajo el cual se aporta un monto adicional a los derechohabientes para financiar la adquisición de ecotecnologías en sus viviendas. Actualmente, el programa Hipoteca Verde es obligatorio para todo derechohabiente que adquiera cualquier esquema tipo de crédito con el INFONAVIT.

### 3.4.2. Programa Vida Integral INFONAVIT: Vivienda Sustentable (INFONAVIT)

Desde el 2011, con el programa Vida Integral INFONAVIT, el Instituto incentiva la vivienda sustentable que incluya 3 atributos base, de calidad de la vivienda, de sus alrededores y que favorezca la toma de responsabilidad de los vecinos con su entorno y comunidad. Este programa incentiva la vivienda sustentable que contempla 20 atributos. Estos abarcan diferentes temas que implican la participación proactiva de los gobiernos locales, desarrolladores y derechohabientes y que tocan las tres dimensiones de la sustentabilidad (ambiental, social y económica), con el fin último de proporcionar calidad de vida a los acreditados y salvaguardar su patrimonio (Manual explicativo del programa Vida Integral: Vivienda sustentable, 2012).

Desde el inicio del programa se han registrado 497,542 créditos en el programa. Al cierre del año 2015, se tienen registrados 278 conjuntos habitacionales a nivel nacional con la marca del programa “Vida Integral INFONAVIT”.

#### **Atributos**

Los atributos que deben cumplirse para la certificación de la vivienda son:

1. Escuela primaria o kínder < 2 km
2. Consultorio o centro médico más grande < 2 km
3. Servicio de transporte < 0.8 km
4. Mercado o supermercado < 2 km
5. Plaza y/o jardín < 0.3 km
6. Vivienda cercana a fuente de empleo
7. En municipio competitivo
8. No estar en municipios con intensos problemas de traslado para los acreditados, salvo tener GBS
9. Vialidad pavimentada
10. Banqueta
11. Alumbrado público
12. En área con densidad de vivienda de por lo menos 50 por hectárea
13. Superficie total habitable de por lo menos 38 m<sup>2</sup>
14. Hipoteca Verde
15. Acceso a internet
16. Para fraccionamientos mayores a 1 250 viviendas, Centro comunitario y Cancha deportiva para fraccionamiento entre 1 250 y 350
17. El derechohabiente participa en un esquema de retención para pago de mantenimiento
18. Habrá un promotor vecinal (PV) en el conjunto habitacional
19. Taller de orientación Saber para decidir
20. SA del desarrollador  $\geq 75$  o, en su falta, ICAVI del desarrollador  $\geq 75$ .

### 3.4.3. Programa NAMA de Vivienda Nueva (CONAVI)

Las Medidas de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) son instrumentos de financiamiento que buscan alcanzar la eficiencia energética de un país mediante el desarrollo de un plan sectorial con objetivos determinados. Las NAMAS de vivienda, por su parte, son proyectos cuyos objetivos principales son disminuir y mitigar las emisiones de GEI e incrementar el confort dentro de las viviendas de interés social, generando ahorros de demanda energética para las familias en el consumo de agua, electricidad y gas.

Los esfuerzos para desarrollar dichos proyectos en México comenzaron en 2010, con el "Proyecto de Vivienda Cero Energía", coordinado por CONAVI y organismos internacionales. A partir de entonces, se han elaborado programas piloto como el de "Aislamiento Térmico", el "Proyecto de Vivienda Baja en Carbono", "ECOCASA" y, desde 2012 comenzó a diseñarse el piloto para el "Programa Mexicano-Alemán "ProNAMA", que abarca tanto proyectos de viviendas nuevas como incorporación del programa a viviendas existentes y busca, una vez concluido el programa piloto, contar con una vasta cobertura para las viviendas del país. En 2012 se inició la implementación de la NAMA a través del Programa ECOCASA de la SHF, con cofinanciamiento internacional, que constó de alrededor de 2,780 unidades de vivienda social en 11 ciudades ubicadas en cinco de las regiones bioclimáticas más representativas, y en las que participaron ocho desarrolladores de vivienda distintos, además de las OREVI. A finales de 2013 inició el proyecto NAMA Facility México, que vincula la asesoría técnica a CONAVI por parte de la GIZ (Cooperación Alemana al Desarrollo), y financiamiento con la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) del Banco Alemán de Desarrollo KfW. Así se apoya al objetivo mexicano de promover y adoptar medidas costo-eficientes de eficiencia energética y diseño sustentable para la vivienda social, de la que se espera el mayor crecimiento en el país. En la Figura 9 se puede observar una línea cronológica de los antecedentes que fueron parteaguas para lograr la formación de la NAMA de vivienda nueva.

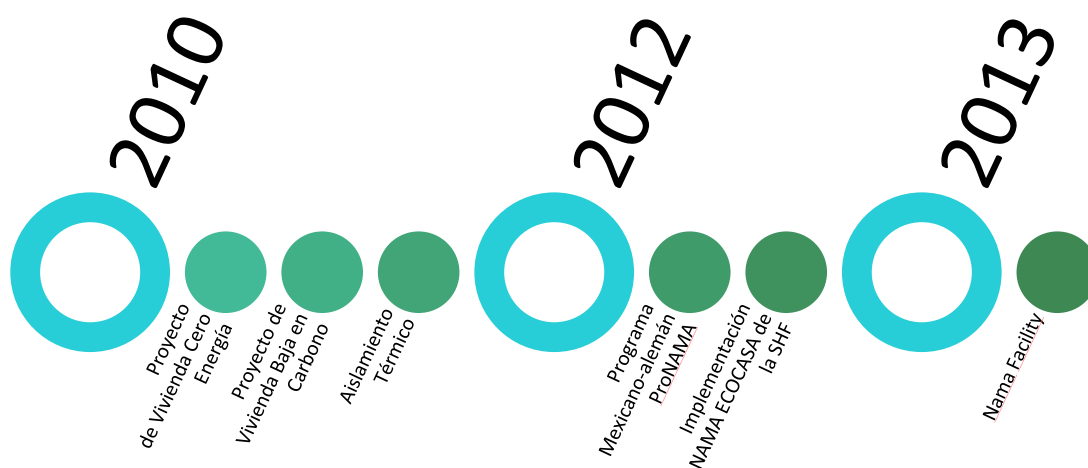


Figura 9. Cronología NAMA.

El programa NAMA de vivienda Nueva como política pública tiene por objetivo fomentar conceptos de edificios rentables y energéticamente eficientes en el sector de la construcción, así como, la homologación de los criterios de otorgamiento de financiamiento y subsidio de los programas públicos de asistencia para la vivienda.

Los niveles de eficiencia de la NAMA de Vivienda se combinan con un sistema de etiquetación graduada para informar a los compradores de viviendas sobre su eficiencia esperada. El certificado ilustrará de manera clara el nivel de eficiencia, así como los ahorros esperados en energía, agua, gas y emisiones en comparación con la casa de referencia. El comprador puede usar esta información sobre los ahorros a largo plazo en su decisión de compra.

Esta NAMA considera la eficiencia energética a partir del desempeño integral de la vivienda, tomando como referencia una línea base, que refleja el cumplimiento de la NOM-020 y los factores: tipo de viviendas (aislada, adosada y vertical), zona bioclimática (cálido seco, cálido húmedo, templado y semifrío), superficie de las casas (40m<sup>2</sup>), ciclo de vida (30 años), número de ocupantes (2), temperatura “de confort” (20°C-25°C), antigüedad de las casas (3-5 años).

La NAMA maneja tres estándares de eficiencia energética que los desarrolladores de vivienda pueden alcanzar: ECOCASA 1 (si se adoptan todas las tecnologías apoyadas bajo el actual esquema de Hipoteca Verde), ECOCASA 2 (si además se instalan mejores ventanas y usan electrodomésticos altamente eficientes) y ECOCASA Max (si optimiza todas las medidas anteriores e incluye elementos pasivos), siendo este último el estándar más ambicioso.

### **Atributos**

Los atributos que se consideran para la vivienda sustentable se listan a continuación:

1. Tipo de construcción: vivienda aislada, adosada, vertical.
2. Ubicación
3. Hipoteca Verde
4. Emisiones
5. Ordenamiento territorial
6. Zona de riesgo: basado en atlas de riesgo
7. Infraestructura básica: cobertura de agua, drenaje, electricidad, número y distancia a accesos
8. Equipamiento y servicios: Radios SEDESOL
9. Vivienda desocupada: en un radio de 5km
10. Proximidad a empleo: 5km
11. Proximidad a transporte: 800m a rutas de transporte
12. Densidad y usos del suelo: densidad habitacional
13. Contexto urbano: área promedio de manzana
14. Competitividad: independencia financiera, disponibilidad de recursos
15. Competitividad municipal: promotor vecinal, lote con servicios



#### 3.4.4. Herramientas y material de apoyo de los programas de vivienda sustentable en México

En Mexico se cuenta con diversas herramientas y material de apoyo para los programas de vivienda sustentable, tales como, la normatividad desarrollada por la CONUEE, el código de edificación de vivienda de la CONAVI, el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde SISEVIVE-ECOCASA, el Índice de ciudades prosperas y la herramienta “Tú índice para una mejor vida” del INFONAVIT que además se complementa con una Evaluación cualitativa de la Vivienda y su Entorno y un Índice de Satisfacción del Acreditado. Las herramientas y el material de apoyo se describen a continuación:

##### **Normatividad (CONUEE)**

La importancia de la NOM-020-ENER-2011 estriba en que es la primera en establecer las condiciones mínimas que debe satisfacer una vivienda en materia de limitar las ganancias de calor para efectos de reducir la carga de refrigeración necesaria y, por ende, el consumo eléctrico. Con esto obliga al sector de construcción de vivienda a desarrollar casas con las condiciones adecuadas de diseño (materiales, sombreados, aislamiento térmico, etc.).

En 2016 la CONUEE modifica el campo de aplicación y los valores de la NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. - Envoltente de edificios para uso habitacional, para cumplir el compromiso con los desarrolladores de vivienda agrupados en la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI) y los organismos federales de vivienda: INFONAVIT, CONAVI, FOVISSSTE y SHF. La modificación al alcance del campo de aplicación de la NOM-020-ENER-2011 comprende a todos los edificios nuevos para uso habitacional y las ampliaciones de los existentes, que se construyan en las ciudades del país y cuyo suministro de energía eléctrica cuente con las siguientes tarifas eléctricas: 1 C, 1D, 1E y 1F. La Resolución modifica también los valores del coeficiente global de transferencia de calor de la Norma Oficial Mexicana (NOM) referida, por lo que se facilitará el cumplimiento de dicha norma. La CONUEE además cuenta con una herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011 en línea.

##### **Código de Edificación de Vivienda – CONAVI**

El Código de Edificación de Vivienda (CEV) tiene por objeto establecer un modelo normativo que promueva que las autoridades competentes (a nivel municipal y estatal) expidan, apliquen y mantengan en vigor y permanentemente actualizadas, disposiciones legales, normas oficiales mexicanas, códigos de procesos de edificación y/o reglamentos de construcción. Reconociendo las facultades que la Constitución confiere en la materia a Municipios y Gobiernos Estatales, el código tiene un alcance limitado. Busca constituirse en un modelo a seguir por las autoridades, homologar y establecer estándares comunes, modernos y sustentables, en materia de vivienda y desarrollo urbano. En el CEV se destaca la integración de un capítulo referente a la sustentabilidad habitacional. El Código integra una serie de requerimientos de planeación y desarrollo de edificaciones seguras, confiables y sustentables, en un contexto urbano ordenado y equilibrado. Tiene los siguientes objetivos específicos (Código de edificación de vivienda, 2017):

- Que las autoridades locales cuenten con una herramienta para normar las construcciones;
- Que se consideren actualizaciones y tecnologías disponibles en materia de construcción de forma directa para cada zona bioclimática (selección del sitio y materiales de construcción);

- Que se cuente con estándares de productos para promover una mayor competitividad en el mercado y
- Que se promueva la edificación de vivienda ambientalmente sustentable, disminuyendo el impacto ambiental negativo, donde se tomen en cuenta el diseño sustentable de las envolventes, instalación de sistemas y equipos energéticamente eficientes, aprovechamiento de energías renovables, la iluminación eficiente, el uso eficiente del agua y la adecuada gestión de toda clase de residuos, entre otros.

### **Evaluación de la vivienda verde (SISEVIVE-ECOCASA)**

Del 2011-2013, el INFONAVIT desarrolla el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde SISEVIVE-ECOCASA con el apoyo de la GIZ y la Embajada Británica en México, a través del financiamiento otorgado a fundación IDEA. Tiene como objetivo impulsar la construcción de viviendas más eficientes en sus consumos; mide la eficiencia del consumo, otorga una mejor calificación a aquellas viviendas que tienen un menor consumo proyectado de energía y agua, lo cual se traduce en un menor impacto ambiental durante la vida útil de la vivienda. Sus componentes ya se encuentran en el Registro Único de la Vivienda (RUV) y evalúan la eficiencia energética de las viviendas nuevas durante el proceso de construcción. Considera para la evaluación: diseño arquitectónico, materiales, sistemas constructivos y tecnologías incorporadas a la vivienda.

En 2015 se consolidó como una herramienta transversal para la evaluación de las viviendas que forman parte del proyecto NAMA, a través del uso obligatorio para proyectos como “ECOCASA” de SHF y del Subsidio Federal para la Vivienda administrado por la CONAVI. Cuenta con un sistema de calificación basado en las herramientas:

- **DEEVi (Diseño Energéticamente Eficiente en la Vivienda):** fue desarrollada a partir de la metodología de cálculo del *Passivhaus Institut* de Alemania (institución pionera en el desarrollo de software de modelación de balance energético), tomando en cuenta las condiciones de México e incorpora funciones que facilitan el cálculo de la NOM-020-ENER-2011, permitiendo de este modo informar al desarrollador sobre el nivel de cumplimiento con dicha norma.
- **SAAVi (Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda):** es una herramienta que estima el ahorro de agua por vivienda y por habitante, con base en los consumos proyectados de los dispositivos que utilizan agua dentro de la vivienda. Este simulador fue desarrollado por INFONAVIT, la Comisión Nacional de Agua (Conagua), Fundación IDEA y GIZ/GOPA-INTEGRATION. El consumo proyectado de agua se compara con un caso de referencia, el cual está basado en los consumos máximos de agua establecidos por la normatividad vigente para cada dispositivo.
- **HEEVi (Herramienta de Evaluación de Entorno de la Vivienda):** Desarrollada por el Centro Mario Molina, y utilizada a partir de 2017 como criterio de afectación a los Programas de Vivienda Sustentables de la SHF, principalmente, el programa ECOCASA, esta herramienta evalúa el empleo, transporte y equipamiento existente alrededor de un desarrollo habitacional, entre otros criterios, y le asigna una calificación de 0 a 100 puntos; también muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI relacionadas al transporte de los habitantes de una vivienda en esa ubicación y de su gasto anual en transporte. Se propone

que la HEEVi se integre al SISEVIVE-ECOCASA como un indicador independiente del Índice de Desempeño Global.

- **ACV (Herramienta para Análisis de Ciclo de Vida):** desarrollada por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México cuantifica la Huella de Carbono (kg CO<sub>2</sub>e) de los materiales y sistemas constructivos desde la extracción de las materias primas, tomando en cuenta la producción, distribución y construcción; lo que permite determinar los impactos que la producción de estos sistemas ejerce sobre el medio ambiente en materia de cambio climático.

El Índice de Desempeño Global (IDG) es un algoritmo que entrega la calificación de la vivienda, tomando en consideración las variables: Demanda Específica Total (DET) (obtenido de DEEVi: demanda de energía necesaria para satisfacer el confort térmico, definida por el diseño de la vivienda y los materiales de la envolvente); Demanda de Energía Primaria (DEP) (obtenido de DEEVi en función de las tecnologías de consumo de gas y electricidad) y Consumo Proyectado de Agua (CPA) (obtenido de SAAVi en función del nivel de consumo de agua de los dispositivos).

Cada una de estas variables cuenta con un ponderador que define su peso específico en la composición del IDG. En el SISEVIVE-ECOCASA las calificaciones van de la A (nivel más alto) a la G (nivel más bajo), y se definen de acuerdo con la puntuación calculada por el IDG.

### **Índice de ciudades Prósperas (CPI).**

INFONAVIT y ONU-HABITAT firmaron en el 2014 un Acuerdo de Colaboración para realizar el cálculo del Índice de Ciudades Prósperas en 137 Municipios y 16 Delegaciones, en los 32 Estados del país, teniendo como resultado la publicación de un Informe Municipal por cada una de las demarcaciones, así como un resumen nacional, con el fin de realizar un diagnóstico de 6 dimensiones de la prosperidad y encontrar oportunidades para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en esas demarcaciones; convirtiendo a México en el primer país a nivel mundial que cuenta con esta métrica a esa escala (Índices de calidad, 2019).

El CPI es un instrumento de medición científica de las 6 dimensiones de la prosperidad de las ciudades, que se utiliza como fundamento para discutir qué políticas sería pertinente promover y que inversiones impulsar. Además, propone un marco práctico para la formulación, implementación y seguimiento de un Plan de Acción que integre las seis dimensiones:

1. Productividad. Generación de ingreso y empleo
2. Infraestructura de Desarrollo. Recursos físicos y equipamiento para sostener a la población y la economía
3. Calidad de vida. Educación, salud, recreación, cultura y seguridad
4. Equidad e inclusión social. Pobreza y desigualdad
5. Sostenibilidad ambiental. Urbanización sostenible, medio ambiente, recursos naturales, tratamiento de agua, residuos sólidos y energía renovable
6. Gobernanza y legislación urbana. Marco y capacidad institucional, participación social, finanzas públicas, marco legal y expansión urbana

Cada dimensión se interrelaciona con las demás, permitiendo identificar áreas de oportunidad e intervenciones potenciales. El CPI ofrece una visión holística del desarrollo urbano en cuatro formas:

- Es un marco de monitoreo flexible, que tiene en cuenta las necesidades contextuales y particulares de las ciudades y países
- Es una herramienta innovadora basada en el análisis espacial, que integra indicadores como conectividad vial, espacio público y expansión urbana
- El CPI promueve la integración en la implementación de un modelo de urbanización más sostenible
- Como herramienta multi-escala, el CPI apoya la toma de decisiones para los diferentes niveles de gobierno

Al otorgar una calificación por cada Índice y Subíndice, además de generar recomendaciones, se pueden definir planes de trabajo con acciones específicas acorde a las prioridades locales de cada demarcación, teniendo la certeza de que dichas recomendaciones se basan en evidencia. El uso y acompañamiento del CPI reconoce el papel de los sistemas de monitoreo y seguimiento para la definición de metas basadas en planes de acción y visiones de largo plazo considerando una perspectiva integral para la producción de bienes públicos. El Índice de Prosperidad tiene el potencial de revertir las disparidades regionales y plantear pautas para una política nacional de desarrollo urbano. También ofrece la posibilidad de repensar las ventajas comparativas de las ciudades bajo la mira de un sistema integral de centros urbanos, y de esta manera potenciar las oportunidades de cada una de ellas. El CPI es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones, que beneficia la prosperidad compartida en las ciudades. El CPI muestra un rango de medición de los factores de prosperidad disponibles en la ciudad que va desde muy débil a muy sólido. Los valores resultantes pueden agruparse en seis escalas de prosperidad y dependiendo del resultado se obtienen tres valores de intervención como se muestra en la Tabla 5.

*Tabla 5. Uso del CPI.*

Resultados CPI	Factores del Estado de Prosperidad	Nivel de intervención
80-100	Muy sólidos	Consolidar políticas urbanas
70-79	Sólidos	
60-69	Moderadamente sólidos	Fortalecer políticas urbanas
50-59	Moderadamente débiles	
40-49	Débiles	Priorizar políticas urbanas
10-39	Muy débiles	

### **Herramienta “Tu Índice para una Mejor Vida”**

Con el objetivo de visualizar y comparar algunos de los factores clave de sostenibilidad y calidad que contribuyen al desarrollo urbano ordenado y a una mejor calidad de vida de las personas INFONAVIT en conjunto con el Centro de Investigación para el Desarrollo sostenible (CIDS) desarrollaron la herramienta “Tu Índice para una Mejor Vida”. Donde a través de un mapa interactivo se puede ver y comparar las preferencias de los usuarios de acuerdo con la importancia que da a cada uno de los 13 atributos de sostenibilidad propuestos: escuelas, parques, competitividad, eficiencia energética, superficie habitable, hospitales, transporte público, servicio de voz y datos, calidad comunitaria,

mercados, ubicación, ahorro de agua y calidad de vivienda. La información está disponible para todos los Estados de la República Mexicana.

### **Evaluación cualitativa de la Vivienda y su Entorno (ECUVE)**

A través de una ECUVE se cuantifica el impacto en la calidad de vida de los acreditados del INFONAVIT, al evaluar objetivamente las características individuales de cada vivienda y su entorno por medio de la información contenida en su avalúo. Para el cálculo de esta evaluación se consideran los siguientes atributos de sostenibilidad: superficie habitable, escuelas, hospitales, parques, mercados, transporte público, ubicación, competitividad económica, servicios de voz y datos, eficiencia energética, ahorro de agua, calidad de la vivienda y calidad comunitaria. El cumplimiento y buen funcionamiento de los atributos elevan el valor de la ECUVE otorgado al municipio o al desarrollador. Este índice toma valores de 0 a 180 puntos y se divide en 4 clasificaciones: ECUVE Baja, de 0 a 75 puntos; ECUVE Media Baja, de 75 a 97.5 puntos; ECUVE Media Alta, de 97.5 a 120 puntos; y ECUVE Alta, en un rango de 120 a 180 puntos. Las viviendas clasificadas con ECUVE Baja o ECUVE Media Baja presentan áreas de oportunidad para cumplir de manera efectiva con las condiciones y características de sostenibilidad que determinan a una vivienda de calidad.

### **Índice de Satisfacción del Acreditado (ISA)**

Evalúa la calidad y funcionalidad de la vivienda por medio de la satisfacción. Se obtiene de la opinión de los acreditados del INFONAVIT que llevan por lo menos 24 meses habitando su vivienda; de esta forma la opinión referente a su experiencia está sustentada por el tiempo. El ISA contiene información que puede ser útil a los futuros acreditados para que comparen diferentes alternativas de vivienda nueva y tomen la mejor decisión al ejercer su crédito. El índice evalúa los siguientes aspectos: personal de garantía de la constructora, personal de ventas de la constructora, personal de entrega de la constructora, expectativas del acreditado con la vivienda comprada, compra general, servicio de la constructora, precio, servicios alrededor, temperatura, iluminación natural, ventilación, infraestructura del desarrollo, áreas recreativas, calidad de los materiales, arquitectura interior, arquitectura exterior, condición interior de la casa, condición exterior de la casa, si el acreditado recomendaría a la empresa que le vendió su casa, y por último, si volvería a comprar vivienda con el mismo desarrollador de vivienda. Este indicador se mide en una escala de 0 a 10 de satisfacción (considerando el 10 como la máxima satisfacción y 0 la mínima), esto permite contar con un referente de la experiencia de compra y habitabilidad de la vivienda por parte de los trabajadores, así como identificar las empresas desarrolladoras cuyas soluciones habitacionales generan mayor satisfacción. Durante 2016 se levantaron 11,284 encuestas en los 127 municipios que agrupaban más del 80 por ciento del universo de originación del INFONAVIT en el período analizado. Los datos son estadísticamente representativos a un nivel de confianza del 95 por ciento en los 127 municipios con mayor originación en el período analizado.

## Capítulo 4 Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el Objetivo 11 relacionado con la vivienda sustentable

La sustentabilidad se puede definir como un proceso que tiene por objetivo encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales, es decir, el bienestar ambiental para lograr una correcta relación entre la naturaleza y sus recursos con la raza humana y sus necesidades biológicas, económicas y sociales. En la Figura 10 se presentan los elementos interconectados que forman parte del desarrollo sustentable.



Figura 10. Desarrollo sustentable.

Este concepto surge en el año de 1987, cuando la *World Commission on Environment and Development* de las Naciones Unidas publicó el informe "*Our common future*" (Nuestro futuro en común), que está centrado en la idea del desarrollo sustentable o sostenible. Sin embargo, este concepto fue realmente adoptado hasta 1992 por 180 Jefes de Estado, en Río de Janeiro, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. La definición adoptada por la *World Commission on Environment and Development* y formulada en 1987 en el mismo informe Brundtland, "*Our Common Future*" es la siguiente:

"El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras."

El 25 de septiembre de 2015 más de 150 líderes mundiales asistieron a la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Nueva York con el fin de aprobar la Agenda para el Desarrollo Sostenible. El documento final, titulado "Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", fue adoptado por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas. Dicho documento incluye los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) cuyo objetivo es poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático sin que nadie quede rezagado para el 2030. Estos objetivos están enumerados en la Figura 11.



Figura 11. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, y sus 169 metas, inciden en las causas estructurales de la pobreza, combaten las desigualdades y generan oportunidades para mejorar la calidad de vida de la población en un marco de desarrollo sostenible. Esta importante agenda sirve como plataforma de lanzamiento para la acción de la comunidad internacional, los gobiernos, así como organismos de la sociedad civil, academia y el sector privado, con el fin de hacer frente a los tres elementos interconectados del desarrollo sostenible: crecimiento económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental (ONU, 2019).

La organización intergubernamental llamada Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) que apoya a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible y sirve como plataforma principal para la cooperación internacional publicó “IRENA REthinking Energy 2017”, la Agencia hace un análisis de la sustentabilidad centrado en uno de los 17 ODS: el ODS 7 sobre la energía como elemento clave para satisfacer una amplia gama del resto de los ODS.

#### 4.1. Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles

En el presente trabajo, se describe un análisis centrado en el ODS 11 sobre Ciudades y comunidades sostenibles, en particular en su primera meta (11.1): “De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales”. En primer lugar, se identificó el objetivo correspondiente al caso de estudio que es la vivienda, y a partir de éste se hicieron los vínculos correspondientes con el resto de los ODS.

#### 4.1.1. Objetivo 1 Fin de la pobreza

Vinculando la meta 1.4: garantizar para 2030 que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la micro financiación. Se obtuvieron las siguientes relaciones:

- Acceso a servicios básicos, propiedad, nuevas tecnologías apropiadas y servicios financieros (micro financiación), en la vivienda.

Vinculando la meta 1.a: garantizar una movilización importante de recursos procedentes de diversas fuentes, incluso mediante la mejora de la cooperación para el desarrollo, a fin de proporcionar medios suficientes y previsibles a los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, para poner en práctica programas y políticas encaminados a poner fin a la pobreza en todas sus dimensiones Una Movilización significativa de recursos procedentes de diversas fuentes. Se obtuvieron las siguientes relaciones:

- La Implementación de programas y políticas encaminados a la propiedad de la vivienda.

#### 4.1.2. Objetivo 2 Hambre cero

Vinculando la meta 2.1: asegurar el acceso de todas las personas, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año. Se obtuvo la siguiente relación:

- Ubicación de la vivienda (cercanía a mercados y otros centros de alimentación).

#### 4.1.3. Objetivo 3 Salud y bienestar

Vinculando la meta 3.3: poner fin a las enfermedades transmitidas por el agua y otras enfermedades transmisibles. Se obtuvo la siguiente relación:

- Calidad del agua en la vivienda.

Vinculando la meta 3.8: lograr la cobertura sanitaria universal: acceso a servicios de salud esenciales de calidad. Se obtuvo la siguiente relación:

- Ubicación de la vivienda (cercanía a centros médicos).

Vinculando la meta 3.9: reducir muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo. Se obtuvo la siguiente relación:

- Ubicación y calidad del aire, agua y suelo en la vivienda.

#### 4.1.4. Objetivo 4 Educación de calidad

Vinculando la meta 4.2: asegurar acceso a servicios de atención, desarrollo y educación de calidad. Se obtuvo la siguiente relación:

- Ubicación de la vivienda (cercanía centros educativos y de desarrollo).



#### 4.1.5. Objetivo 5 Igualdad de género

Vinculando la meta 5.a: emprender reformas que otorguen a las mujeres igualdad de derechos a los recursos económicos, así como acceso a la propiedad y al control de la tierra y otros tipos de bienes, los servicios financieros, la herencia y los recursos naturales, de conformidad con las leyes nacionales. Se obtuvo la siguiente relación:

- Acceso a servicios básicos, propiedad, nuevas tecnologías apropiadas y servicios financieros (micro financiación), en la vivienda para las mujeres.

#### 4.1.6. Objetivo 6 Agua limpia y saneamiento

Vinculando la meta 6.1: acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos. Se obtuvo la siguiente relación:

- Ubicación y disponibilidad de agua potable y saneamiento cerca de la vivienda a precio asequible.

Vinculando la meta 6.3: mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial. Se obtuvieron las siguientes relaciones:

- Ubicación y calidad del agua en la vivienda.
- Tecnologías apropiadas de reciclado y reutilización del agua sin riesgos.

#### 4.1.7. Objetivo 7 Energía asequible y no contaminante

Vinculando la meta 7.1: garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos. Se obtuvieron las siguientes relaciones:

- Acceso a servicios básicos en la vivienda.
- Tecnologías apropiadas para consumir servicios energéticos en la vivienda.

Vinculando la meta 7.2: aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. Se obtuvo la siguiente relación:

- Consumo de energía con uso de energías renovables en la vivienda.

#### 4.1.8. Objetivo 8 Trabajo decente y crecimiento económico

Vinculando la meta 8.5: lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente. Se obtuvo la siguiente relación:

- Ubicación de la vivienda (cercanía a centros de trabajo).

#### 4.1.9. Objetivo 9 Industria, innovación e infraestructura

Vinculando la meta 9.c: aumentar acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet. Se obtuvo la siguiente relación:

- Equipar la vivienda con los servicios y dispositivos necesarios.

#### 4.1.10. Objetivo 10 Reducción de las desigualdades

Vinculando la meta 10.4: adoptar políticas, especialmente fiscales, salariales y de protección social, y lograr progresivamente una mayor igualdad. Se obtuvo la siguiente relación:

- Programas de vivienda accesibles.

#### 4.1.11. Objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles

Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Un enfoque integral es crucial para avanzar en los diversos objetivos. Las metas del Objetivo 11 son:

- Para 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.
- Para 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.
- Para 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para una planificación y gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.
- Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.
- Para 2030, reducir de forma significativa el número de muertes y de personas afectadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y reducir sustancialmente las pérdidas económicas directas vinculadas al producto interno bruto mundial causadas por los desastres, haciendo hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones vulnerables.
- Para 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- Para 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.
- Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales mediante el fortalecimiento de la planificación del desarrollo nacional y regional.
- Para 2020, aumentar sustancialmente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan y ponen en marcha políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.
- Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante la asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales.

Meta 11.2: Acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles.

Meta 11.3: Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible, capacidad de planificación y gestión

Meta 11.5: Reducir muertes causadas por desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos.

Meta 11.6: Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

Meta 11.7: Acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles.

#### 4.1.12. Objetivo 12 Producción y consumo responsable

Vinculando la meta 12.2: gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales. Se obtuvo la siguiente relación:

- Fomentar uso de energías renovables

Vinculando la meta 12.3: reducir el desperdicio de alimentos per cápita. Se obtuvo la siguiente relación:

- Programas de reducción de desperdicio de alimentos en la vivienda

Vinculando la meta 12.5: reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. Se obtuvo la siguiente relación:

- Programas de prevención, reducción, reciclado y reutilización de desechos en la vivienda.

Vinculando la meta 12.8: asegurar que las personas tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza. Se obtuvo la siguiente relación:

- Programas y acceso a tecnologías para lograr el conocimiento pertinente para logara un desarrollo sostenible en la vivienda.

#### 4.1.13. Objetivo 13 Acción por el clima

Vinculando la meta 13.1: fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países. Se obtuvo la siguiente relación:

- Programas y acceso a tecnologías para fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en la vivienda.

Vinculando la meta 13.3: mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana. Se obtuvo la siguiente relación:

- Programas y acceso a tecnologías lograr el conocimiento pertinente de acciones en la vivienda respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

#### 4.1.14. Objetivo 14 Vida submarina

Vinculando la meta 14.1: prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra. Se obtuvo la siguiente relación:

- No descargar desechos de vivienda a cuerpos marinos.

Vinculando la meta 14.2: gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes. Se obtuvo la siguiente relación:

- No construir viviendas donde se dañe algún ecosistema.

#### 4.1.15. Objetivo 15 vida de ecosistemas terrestres

Vinculando la meta 15.1: asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios. Se obtuvo la siguiente relación:

- No construir viviendas donde se dañe algún ecosistema.

#### 4.1.16. Objetivo 16 Paz, justicia e instituciones solidas

Vinculando la meta 16.6: crear a todos los niveles instituciones eficaces y transparentes que rindan cuentas. Se obtuvo la siguiente relación:

- Junta que mantenga la paz entre Vecinos.

Vinculando la meta 16.7: garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades. Se obtuvo la siguiente relación:

- Junta que promueva la toma de decisiones conjunta entre vecinos.

#### 4.1.17. Objetivo 17 Alianzas para lograr los objetivos

Para que una agenda de desarrollo sostenible sea eficaz se necesitan alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Estas alianzas inclusivas se construyen sobre la base de principios y valores, una visión compartida y objetivos comunes que otorgan prioridad a las personas y al planeta, y son necesarias a nivel mundial, regional, nacional y local.

Los objetivos se relacionaron con tres clasificaciones que son: desarrollo humano (factor social), sustentabilidad ambiental (factor ambiental) y crecimiento sustentable (factor económico), teniendo como resultado las relaciones que se muestran en la Figura 12.

## 4.2. Relaciones propuestas

Los indicadores de desarrollo humano que se propusieron fueron: seguridad de acceso a crédito, seguridad en la propiedad de la vivienda y rázago habitacional, los cuales están relacionados con los ODS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 y 16.

Los indicadores de crecimiento sustentable que se propusieron fueron: asequibilidad de la vivienda, impacto en el PIB de construcción de viviendas y ahorro monetario por uso de ecotecnologías, los cuales están relacionados con los ODS 1, 5, 7, 8, 9, 10 y 12.

Y los indicadores de sustentabilidad ambiental que se propusieron fueron: emisiones por uso de transporte, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y abastecimiento de agua, los cuales están relacionados con los ODS 3, 6, 7, 12, 13, 14 y 15.



Figura 12. Transversalización de los ODS en el ODS 11.

## Capítulo 5 Metodología para la generación de los Indicadores de sustentabilidad para los programas de vivienda en México

Los indicadores son estadísticas seleccionadas por su capacidad de mostrar un fenómeno importante. Los indicadores se diseñan y producen con el propósito de seguir y monitorear algunos fenómenos o conjuntos de dinámicas que requieren algún tipo de intervención o programa. En términos generales, se denomina indicador a una observación empírica o estimación estadística que sintetiza aspectos de uno o más fenómenos que resultan importantes para uno o más propósitos analíticos y de monitoreo en el tiempo. En pocas palabras, los indicadores son una herramienta que muestra el comportamiento de un sector o elemento en un periodo de tiempo. Se les determina un valor que varía de 0 a 1 dependiendo el grado de cumplimiento de la estimación, donde 0 no cumple en nada y 1 cumple completamente.

Como base se tomó la *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe* de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La metodología para la generación de indicadores de sustentabilidad consta de tres pasos; el primero es la obtención de datos primarios que consisten en datos sin procesar como por ejemplo censos de población, encuestas, sistemas de monitoreo, etc.; el segundo de datos procesados y estadísticas y el tercero es la generación de indicadores en sí, el proceso se muestra en la Figura 13.

En este trabajo se interrelacionan tres tipos de indicadores: ambientales, económicos y sociales, para lograr conformar indicadores de desarrollo sustentable. A continuación, se describe cada uno de estos:

Los *indicadores ambientales* corresponden a aquellos que se ocupan de describir y mostrar los estados y las principales dinámicas ambientales, es decir el estatus y la tendencia por ejemplo de: la biota y biodiversidad, la cantidad y calidad de agua, la calidad del aire respirable, la carga contaminante y renovabilidad de la oferta energética, la disponibilidad y extracción de algunos recursos naturales (por ejemplo, bosques, pesca, agricultura, etc.), la contaminación urbana, la producción de desechos sólidos, el uso de agrotóxicos, la frecuencia e intensidad de los desastres naturales, etc. (CEPAL).

Los *indicadores económicos* proporcionan un panorama de la evolución de variables fundamentales que interactúan en la economía, por ejemplo. Exportaciones totales, actividad industrial, reservas internacionales (INEGI).

Por su parte los *indicadores sociales* son instrumentos de medición del bienestar, por ejemplo: combate a la pobreza, dinámica demografía y sostenibilidad, protección y promoción de la salud humana, y promoción de la educación, la concientización pública y la capacitación (SIGFRE).

Por su parte, los *indicadores de desarrollo sustentable* intentan mostrar las dinámicas económicas, sociales y ambientales y sus interrelaciones. Sin embargo, hasta el momento la producción efectiva de indicadores de desarrollo sostenible ha consistido en construir conjuntos de indicadores que incorporan los principales indicadores provenientes de la economía, lo social y lo ambiental, sin integrar ni capturar adecuadamente sus interrelaciones (CEPAL).



Figura 13. Metodología para la generación de indicadores.

### 5.1. Datos primarios

A partir de la Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el objetivo 11 relacionado con la vivienda sustentable presentada en el Capítulo 4, se identificó la información más relevante para la generación de los indicadores de sustentabilidad. Los datos primarios están relacionados con la vivienda y con los dos programas de vivienda sustentable en México del caso de estudio (NAMA y Vida Integral INFONAVIT). Se obtuvieron los datos del año 2015, los cuales se tomaron como la perspectiva actual de México, debido a que es el año en donde se tienen más información disponible, y también considerando que la NAMA empezó su implementación hasta el año 2012; y para el año 2030 (ideal) se tomaron datos de las metas a cumplir de los ODS, así como otras metas nacionales e internacionales.

En la Tabla 6 se observan datos generales nacionales relacionados con la vivienda sostenible en México, por ejemplo: número de viviendas totales, salario mínimo mensual, consumo de agua por habitante; la Tabla 7 muestra los datos relacionados con el programa “NAMA de vivienda nueva” y la Tabla 8 presenta los datos relacionados con el programa “Vida integral INFONAVIT”.

### 5.2. Datos procesados y estadísticos

Los datos procesados y estadísticos relacionados con la vivienda y con los dos programas de vivienda sustentable en México del caso de estudio (NAMA y Vida Integral INFONAVIT) se obtuvieron a partir de información sobre las tendencias de instituciones nacionales que se tiene para el año 2030 (tercera columna de la tabla) y la información con la que no se contaba en registros se estimó a partir de cálculos estadísticos de tasa de crecimiento (líneas de tendencia) de los datos que si se encontraba disponibles. (ver Tablas 6, 7 y 8).

Tabla 6. Datos generales.

Datos	2015	2030 (Tendencia)	2030 (ideal)
Población (habitantes)	121,005,815	148,132,559	120,900,000
Población adulta de 18 a 70 años (habitantes) 63%, 71.3%, 51.2% ideal	76,157,088	105,618,515	61,900,800
Número de viviendas totales	39,909,337	44,348,818	44,348,818
Número de viviendas construidas (2010-2015 y 2015-2030)	4,760,625	4,439,481	21,148,818
Número de viviendas particulares habitadas observadas sin rezago	23,200,000	32,400,00	44,348,818
Viviendas particulares habitadas observadas sin rezago (%)	72.5	79.4	100
Número de viviendas rentadas o sin título de propiedad (20%)	7,959,628	8,845,050	44,348,818
Rezago habitacional (número de viviendas)	9,224,147	8,400,000	4,343,268
Salario mínimo mensual (pesos) 1UMA	2,400	5,820	10,590
Salario promedio mensual (pesos)	4,000	5,820	10,590
Dólar	13.43	17.39	17.39
PIB (millones de pesos)	14,858,574	69,333,213	69,333,213
PIB per cápita (dólares)	9,143.13	29,000	29,000
Inversión en vivienda (millones de pesos corrientes)	861,797	11,093,314	11,093,314
Inversión en vivienda (% del PIB respecto al total nacional)	5.8	16	16
Inversión en adquisición de vivienda (% del PIB respecto al total nacional)	0.4	0.4	0.4
Emisiones de CO <sub>2</sub> México total (kt)	480,270,657	717,948,718	105,659,545
Emisiones de CO <sub>2</sub> vivienda (toneladas)	25,533,262	28,000,000	2,641,488
Emisiones de CO <sub>2</sub> vivienda (% del total)	3.9	3.9	2.5-3
Emisiones de CO <sub>2</sub> vivienda (MtCO <sub>2</sub> e)	26	28	23
Tiempo promedio de traslado al trabajo o escuela (minutos)	63	23	23
Emisiones de CO <sub>2</sub> por transporte por año por persona (kg/5km)	14,600	7,300	0
Emisiones de CO <sub>2</sub> México transporte	168,094,730	251,282,051	36,980,840
Consumo de agua por habitante al día (litros)	360	504	100
Consumo de agua por vivienda al día (litros)	1,080	1,663	270
Disposición de agua por habitante al año (m3)	3,692	3,250	18,000
Disposición de agua por habitante al día (litros)	10,115	8,904	49,315
Disposición de agua por vivienda al día (litros)	30,345	29,384	133,150

Los datos primarios, procesados y estadísticos sobre el programa de vivienda NAMA se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Datos NAMA.

Datos	2015	2030 (Tendencia)	2030 (ideal)
Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas (NAMA)	22,000	332,968	4,439,481
Inversión a financiamiento del proyecto (pesos)	59,200,000	207,200,000	11,946,239,782
Inversión en vivienda (% del PIB respecto al total nacional)	0.0004	0.0003	0.4
Precio de la vivienda promedio (pesos)	675,000	533,736	533,736
Desembolso inicial (pesos)	124,844	53,374	53,374
Precio final de la vivienda promedio 20 años CAT 12.4 (pesos)	1,428,066	1,129,729	1,129,729
Ingresos mensuales comprobables (pesos)	17,635	13,944	13,944
Mensualidad por vivienda a 20 años (pesos)	6,740	5,797	2,224
Porcentaje de la mensualidad para vivienda	38	30	21
Porcentaje de ahorro por ecotecnologías	2.5	2.5	5
Ahorro por uso de ecotecnologías (pesos)	100	146	530
Reducción de CO <sub>2</sub> vivienda (%)	20	20	100
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas sector vivienda (toneladas)	5,106,652	5,600,000	23,000,000
Tiempo de traslado al trabajo o escuela (minutos para 5km en bicicleta)	30	23	23
Emisiones de CO <sub>2</sub> por transporte por año (kg/10km)	73,000	73,000	0
Consumo de agua (litros/habitante/día)	180	252	100
Consumo de agua (litros/vivienda/día)	540	832	270



Los datos primarios, procesados y estadísticos sobre el programa de vivienda NAMA se muestran en la Tabla 8.

*Tabla 8. Datos vida integral INFONAVIT.*

Datos	2015	2030 (Tendencia)	2030 (ideal)
Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas (vida integral INFONAVIT)	497,542	1,640,000	8,869,764
Inversión a financiamiento del proyecto (pesos)	670,114,338	5,979,314,053	11,946,239,782
Inversión en vivienda (% del PIB respecto al total nacional)	.07	.05	0.11
Precio de la vivienda promedio (pesos)	584,669	533,736	200,000
Desembolso inicial (pesos)	108,471	53,374	20,000
Precio final de la vivienda promedio 20 años CAT 12.4 (pesos)	1,237,234	1,129,729	491,569
Ingresos mensuales comprobables (pesos)	15,274.89	13,944	6,213
Mensualidad por vivienda a 20 años (pesos)	5,838	5,797	2,071
Porcentaje de la mensualidad para vivienda	38	30	21
Porcentaje de ahorro por ecotecnologías	2.5	2.5	5
Ahorro por uso de ecotecnologías (pesos)	100	146	530
Reducción de CO <sub>2</sub> por vivienda (%)	1.7	24	100
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas sector vivienda al año (toneladas)	396,000	5,600,000	23,000,000
Tiempo de traslado al trabajo o escuela (minutos para 3km en bicicleta)	23	18	14
Emisiones de CO <sub>2</sub> por transporte por año (kg/6km)	43,800	43,800	0
Consumo de agua (litros/habitante/día)	246	154	100
Consumo de agua (litros/vivienda/día)	738	508	270

### 5.3. Indicadores de sustentabilidad en la vivienda

A partir de los datos primarios, procesados y estadísticos que se presentan en las Tablas 6, 7 y 8 se construyeron los indicadores propuestos en el Capítulo 4.2; de los cuales tres son de desarrollo humano, tres son de sustentabilidad ambiental y tres son de crecimiento sustentable. Los datos ideales se consideran con la máxima puntuación y se les asigna un valor de 1; por ejemplo idealmente para el indicador 1 se tiene: un número de viviendas construidas de 22,148,818 y en el caso del programa “Vida integral INFONAVIT” un Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas de 8,869,764; al usar el indicador se tiene un resultado de 0.4 el cuál se convertirá en el valor de 1 (ideal) y los valores resultantes para el año 2015 y 2030 (tendencia) se normalizaran al valor resultante ideal.

#### 5.3.1. Indicadores de desarrollo humano

Los indicadores que corresponden al desarrollo humano se consideran tres que son: 1) seguridad de acceso a crédito; 2) seguridad en la propiedad de la vivienda; y 3) rezago habitacional. Estos indicadores se obtienen con las ecuaciones 1, 2 y 3 (Ec. 1, 2 y 3).

#### Indicador 1 Seguridad de acceso a crédito

Indicador de desarrollo humano 1: Personas con seguridad en la propiedad de la vivienda. Para 2030 se espera que el número de viviendas que se necesite construir sea de aproximadamente 4.5 millones.

$$I1 = \frac{\text{Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas}}{\text{Número de viviendas construidas}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Este indicador se refiere a que el número de viviendas financiadas acumuladas al año 2030 se encuentre en igual proporción que el número de viviendas construidas nacionalmente.

### Indicador 2 Seguridad en la propiedad de la vivienda

Indicador de desarrollo humano 2: Personas con seguridad en la propiedad de la vivienda para dejar de rentar.

$$I2 = \frac{\text{Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas}}{\text{Número de viviendas rentadas o sin título de propiedad}} \quad (\text{Ec. 2})$$

Este indicador considera que el número de viviendas nuevas financiadas acumuladas ayude a mitigar o eliminar el número de viviendas rentadas o sin título de propiedad.

### Indicador 3 Rezago habitacional

Indicador de desarrollo humano 3: Personas sin rezago habitacional. Se tiene planeado que para el año 2050 se debe de mitigar el rezago habitacional y que en el 2030 se tenga ya solo un 12.3%. La Figura 14 muestra el escenario tendencial y la proyección con un rezago cero para el año 2050).

$$I3 = \frac{\text{Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas}}{\text{Número de viviendas con rezago habitacional}} \quad (\text{Ec. 3})$$

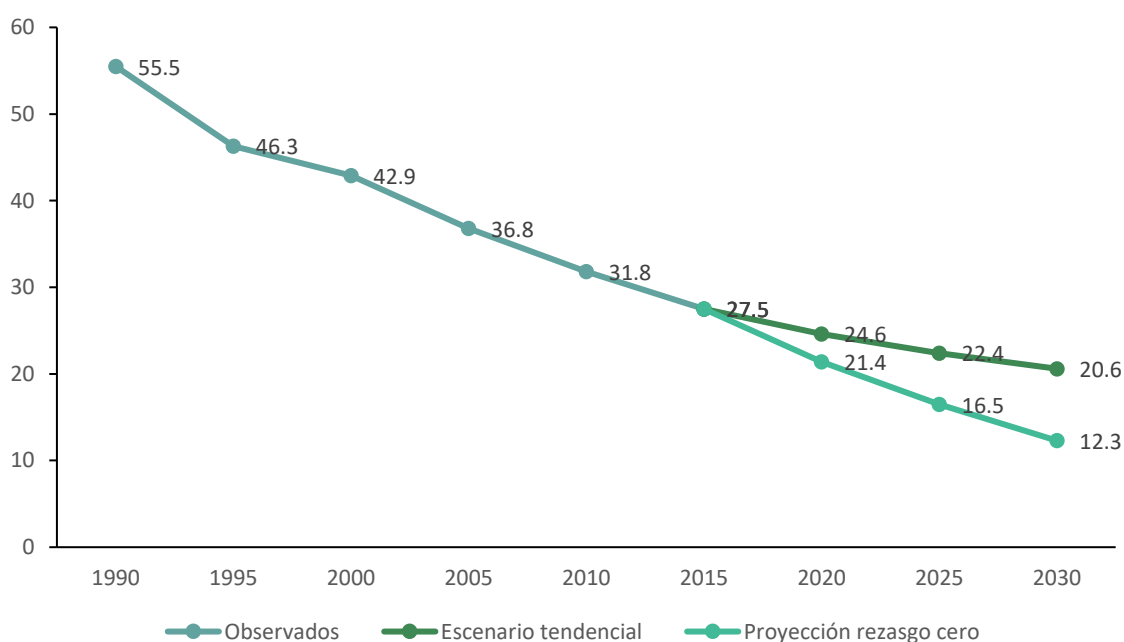


Figura 14. Porcentaje de viviendas habitadas con rezago (Fuente: CONDUSEF).

Este indicador considera que el número de viviendas nuevas financiadas acumuladas que podrían ayudar a mitigar o eliminar el número de viviendas con rezago habitacional si hubiera cambio por adquisición de vivienda.

### 5.3.2. Indicadores de crecimiento sustentable

Los indicadores que corresponden al crecimiento sustentable se consideran tres que son: 4) asequibilidad de la vivienda; 5) impacto en el PIB de construcción de viviendas; y 6) ahorro monetario por uso de ecotecnologías. Estos indicadores se obtienen con las ecuaciones 4, 5 y 6 (Ec. 4, 5 y 6).

#### **Indicador 4 Asequibilidad de la vivienda**

Indicador de crecimiento sustentable 1: Crédito de la vivienda respecto a tu ingreso (promedio), donde el 30% es la proporción máxima recomendada por la CONDUSEF.

$$I4 = \frac{30\% \text{ del Salario promedio mensual (pesos)}}{\text{Mensualidad por vivienda a 20 años (pesos)}} \quad (\text{Ec. 4})$$

Este indicador considera el salario promedio mensual respecto a la mensualidad por vivienda teniendo en cuenta un crédito a 20 años.

Los requisitos básicos para solicitar un crédito bancario son los siguientes:

- Contar con un ahorro de al menos 10 por ciento del valor de la casa para que puedas darlo como enganche.
- Pagar los llamados 'gastos notariales', que cuestan entre 5 y 9 por ciento del valor total de la vivienda.
- Comprobar que se tienen los suficientes ingresos para cubrir la mensualidad y no sea más de la tercera parte del salario mensual. En algunas instituciones te piden que no pase de la mitad, pero depende del banco.

#### **Indicador 5 Impacto en el Producto Interno Bruto (PIB) de construcción de viviendas**

Indicador de crecimiento sustentable 2: Impacto en el PIB de construcción de viviendas.

$$I5 = \frac{\text{PIB total de construcción (pesos)}}{\text{Inversión a financiamiento del proyecto (pesos)}} \quad (\text{Ec. 5})$$

Este indicador muestra la proporción que se tiene entre el PIB que se tiene en construcción y la inversión a financiamiento de cada proyecto de vivienda sustentable.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) informó que, al cierre de abril del año 2018, la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) financió 50 mil viviendas mediante préstamos que ascienden a 10 mil 800 millones de pesos correspondientes al Programa ECOCASA, dedicado al desarrollo de vivienda sustentable. Para que el gobierno pueda hacer frente a los programas sociales y en particular a los subsidios a la vivienda, como es el caso del Programas “Ésta es tu Casa”, los ingresos tributarios como proporción del PIB. En la Figura 15 se muestra que para lograr en 2030 que se haga frente a los programas de vivienda sustentable se deberán subir a un 16% los ingresos tributarios, a 25% la inversión y a un 8.7 % del PIB en financiamiento a hogares para adquisición de vivienda.

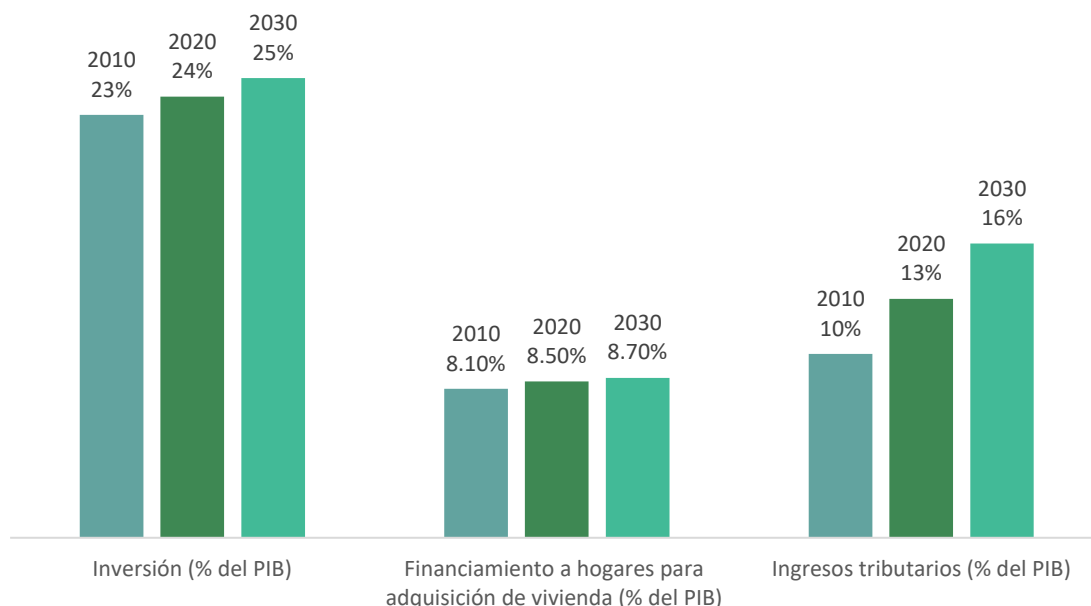


Figura 15. Variables económicas 2010-2030.

### Indicador 6 Ahorro monetario por uso de ecotecnologías

Indicador de crecimiento sustentable 3: Ahorro monetario por uso de ecotecnologías

$$I_6 = \frac{\text{Ahorro por uso de ecotecnologías (pesos)}}{\text{Salario promedio mensual (pesos)}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Este indicador muestra el ahorro que se obtiene por el uso de ecotecnologías con respecto al salario promedio mensual.

Para el 2030, el 20% del total de viviendas que se construyan en México operará con un costo nulo de energía, los subsidios a la vivienda autosustentable en energía en el segmento económico deben ser de entre 40,000 a 50,000 pesos, lo que equivaldría a un 20 o 25% de su valor total.

#### 5.3.3. Indicadores de sustentabilidad ambiental

Los indicadores que corresponden a la sustentabilidad ambiental se consideran tres, que son: 7) Emisiones por uso de transporte; 8) Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (si no hubiere viviendas sustentables); y 9) Abastecimiento de agua. Estos indicadores se obtienen con las ecuaciones 7, 8 y 9 (Ec. 7, 8 y 9).

### Indicador 7 Emisiones por uso de transporte

Indicador de sustentabilidad ambiental 1: Emisiones por uso de transporte. Las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por el transporte comprenden las emisiones de la quema de combustible de todas las actividades de transporte.

$$I_7 = \frac{\text{Emisiones de } CO_2 \text{ con desuso de transporte debido a cercanía}}{\text{Emisiones de } CO_2 \text{ México transporte}} \quad (\text{Ec. 7})$$

Este indicador muestra la relación de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se pueden evitar debido a la cercanía a fuentes de trabajo/escuela con respecto a las emisiones nacionales. Es decir, debido a la reducción de número de viajes y la distancia recorrida.

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) estimó que en 2015 8.2 millones de habitantes trabajaban en una colonia diferente a la que vivían y 3.2 millones de estudiantes de encontraban en esta misma situación. Tan solo dentro de la Ciudad de México se realizan casi 16 millones de viajes diariamente (ver Figuras 16 y 17).

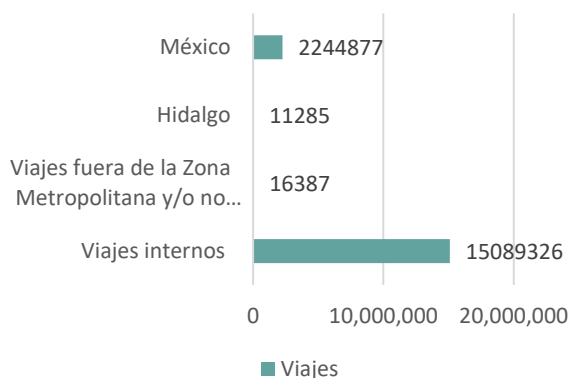


Figura 16. Viajes de: todas las entidades de la ZMVM Hacia: CDMX (Fuente: INEGI).

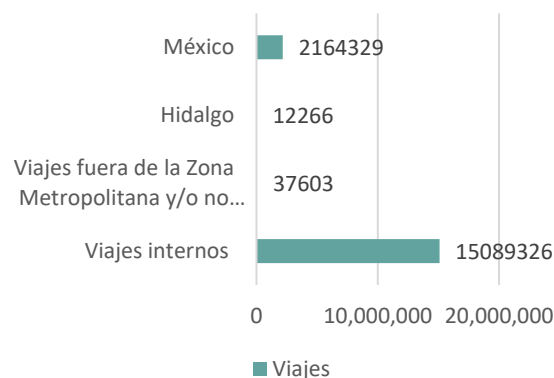


Figura 17. Viajes de: CDMX Hacia: todas las entidades de la ZMVM (Fuente: INEGI).

### Indicador 8 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

Indicador de sustentabilidad ambiental 2: Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (si no hubiere viviendas sustentables).

$$I8 = \frac{\text{Toneladas de } CO_2 \text{ emitidas con el programa}}{\text{Toneladas de } CO_2 \text{ emitidas}} \quad (Ec. 8)$$

En 2015, el sector de la construcción en México emitió 874 mil 420 toneladas en CO<sub>2</sub>e. Por su parte, las edificaciones comerciales, institucionales y residenciales fueron responsables de 26.6 millones y 31 mil 867 toneladas respectivamente. Además, se estima que para 2050, se agregarán 7 millones de viviendas al parque habitacional, las cuales emitirán 25 millones de toneladas de GEI. Por tal motivo, nuestro país, se ha trazado la meta de minimizar al 50% las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2050. Según la SEDATU la Mitigación será de 444 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e.

La “NAMA de vivienda nueva” contempla criterios de eficiencia energética e hídrica, con lo que se mitigan aproximadamente el 25% de sus emisiones de carbono. Desde 2013, el Gobierno de la República ha dado financiamiento a más de 95 mil viviendas, mitigando más de 54 mil 081 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, equivalente a plantar 1.8 millones de árboles. La dependencia aseguró que a través de este tipo de vivienda se estima una reducción de 1.8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en un lapso de 40 años. En un año, alrededor de 30,000 viviendas han sido evaluadas, construidas o están en proceso de, utilizando este estándar (20% del total de la vivienda subsidiada por el gobierno mexicano reducirán 20% de CO<sub>2</sub>) 20,000 a través de CONAVI y 10,000 por ECOASA de SHF. Según

hacienda, el desarrollo de un portafolio de vivienda sustentable incluye la construcción de inmuebles con una mitigación de por lo menos un 20% de CO<sub>2</sub>, así como un nuevo enfoque a desarrolladores del sector de pequeñas y medianas empresas (Pymes), y el impulso a programas de vivienda verde (NAMA-CONAVI).

**Indicador 9 Abastecimiento de agua**

Indicador de sustentabilidad ambiental 3: Abastecimiento de agua.

$$I9 = \frac{\text{Consumo de agua (litros/vivienda/día)}}{\text{Disposición de agua (litros/vivienda/día)}} \quad (\text{Ec. 9})$$

Este indicador muestra la relación entre el consumo de agua con uso de tecnologías ahorradoras de agua y la disposición que se tiene.

El aumento de la población y mayor actividad económica, generarán una menor disponibilidad de agua por persona. El 70% del crecimiento poblacional ocurrirá en las regiones Hidrológico Administrativas de: Península de Baja California, Aguas del Valle de México, Río Bravo y Lerma-Santiago-Pacífico. Las proyecciones de la disponibilidad natural media del agua per cápita en México que se muestran en la Figura 18 consideran que en el 2030 se reducirá a 3783 m<sup>3</sup>/hab/año.

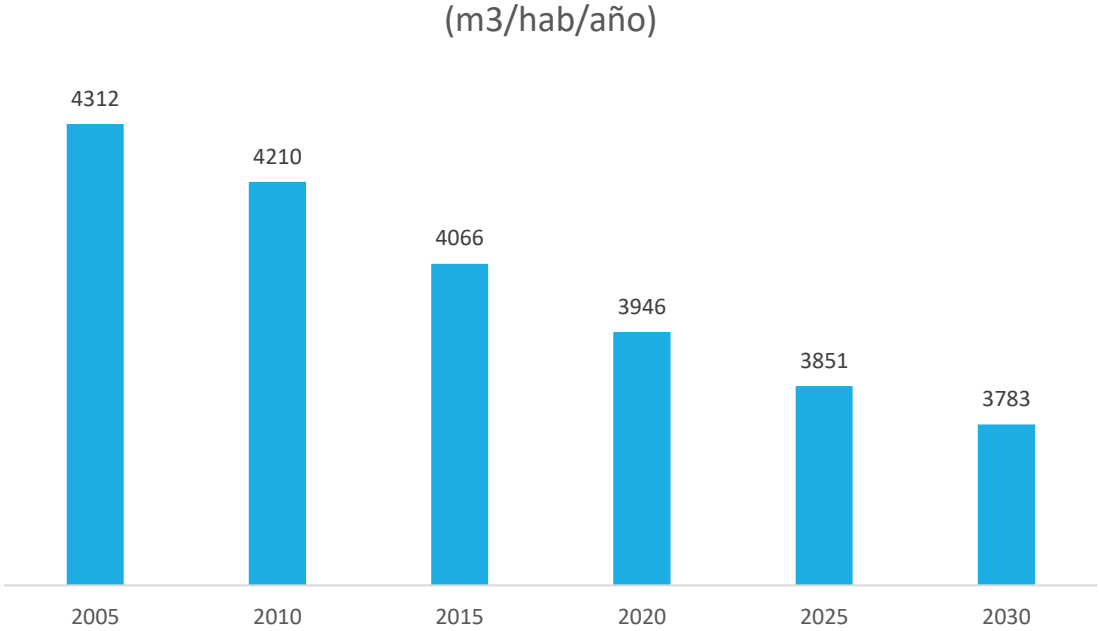


Figura 18. Proyecciones de la disponibilidad natural media del agua per cápita en México (Fuente: Estadísticas del Agua en México, CONAGUA).

## Capítulo 6 Evaluación de los programas de vivienda mediante uso de indicadores de sustentabilidad

Los resultados referentes a los programas “NAMA de vivienda nueva” y “Vida integral INFONVIT” que se obtuvieron utilizando las ecuaciones de la 1 a la 9 para los años 2015 y 2030 (ideal y tendencia) mostraron lo siguiente (ver Tabla 9 y Figura 19 para “NAMA de vivienda nueva” y Tabla 10 y Figura 20 para “Vida integral INFONVIT”):

Tabla 9. Resultados NAMA de vivienda nueva.

Ind.	Unidad de medida	2015	2030 (Tendencia)	Ideal (2030)
1	Desarrollo humano 1 Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas/ Número de viviendas construidas	0.02	0.4	1
2	Desarrollo humano 2 Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas / Número de viviendas rentadas o sin título de propiedad	0.03	0.4	1
3	Desarrollo humano 3 Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas / Número de viviendas con rezago habitacional	0.01	0.10	1
4	Crecimiento sustentable 1 30 % del Salario promedio mensual (pesos) / Mensualidad por vivienda a 20 años (pesos)	0.12	0.21	1
5	Crecimiento sustentable 2 PIB total de construcción (pesos) / Inversión a financiamiento del proyecto (pesos)	0.06	0.02	1
6	Crecimiento sustentable 3 Ahorro por uso de ecotecnologías (pesos) / Salario promedio mensual (pesos)	0.8	1	1
7	Sustentabilidad ambiental 1 Emisiones de CO2 con desuso de transporte debido a cercanía / Emisiones de CO2 México transporte	0.3	0.4	1
8	Sustentabilidad ambiental 2 Toneladas de CO2 emitidas con el programa / Toneladas de CO2 emitidas	0.5	0.7	1
9	Sustentabilidad ambiental 3 Consumo de agua (litros/vivienda/día) / Disposición de agua (litros/vivienda/día)	0.4	0.6	1

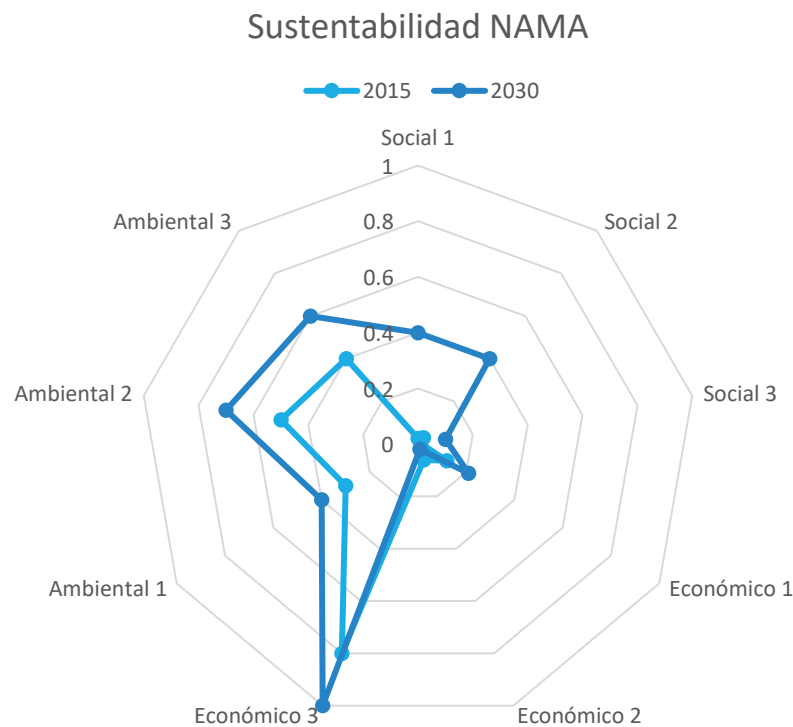


Figura 19. Sustentabilidad NAMA de vivienda nueva.

Tabla 10. Resultados Vida Integral INFONAVIT.

Ind.		Unidad de medida	2015	2030 (Tendencia)	Ideal (2030)
1	Desarrollo humano 1	Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas/ Número de viviendas construidas	0.25	0.9	1
2	Desarrollo humano 2	Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas / Número de viviendas rentadas o sin título de propiedad	0.31	0.93	1
3	Desarrollo humano 3	Número de viviendas nuevas financiadas acumuladas / Número de viviendas con rezago habitacional	0.11	1	1
4	Crecimiento sustentable 1	30 % del Salario promedio mensual (pesos) / Mensualidad por vivienda a 20 años (pesos)	0.14	0.2	1
5	Crecimiento sustentable 2	PIB total de construcción (pesos) / Inversión a financiamiento del proyecto (pesos)	0.7	0.5	1
6	Crecimiento sustentable 3	Ahorro por uso de ecotecnologías (pesos) / Salario promedio mensual (pesos)	0.5	0.5	1
7	Sustentabilidad ambiental 1	Emisiones de CO <sub>2</sub> con desuso de transporte debido a cercanía / Emisiones de CO <sub>2</sub> México transporte	0.2	0.4	1
8	Sustentabilidad ambiental 2	Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas con el programa / Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas	0.05	0.44	1
9	Sustentabilidad ambiental 3	Consumo de agua (litros/vivienda/día) / Disposición de agua (litros/vivienda/día)	0.08	0.12	1

### Sustentabilidad Vivienda Integral

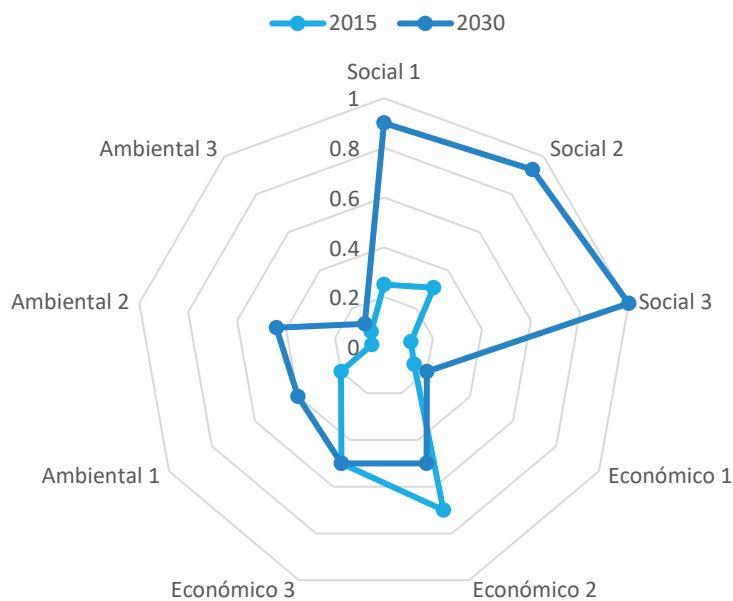


Figura 20. Sustentabilidad Vida Integral INFONAVIT.

El indicador 1: Seguridad de acceso a crédito (Desarrollo humano 1), en los dos programas tiene un resultado positivo, siendo el programa “Vida integral INFONAVIT” el de mejor resultado, esto puede deberse a que la tendencia del número de viviendas nuevas financiadas es mayor en este programa.



El indicador 2: Seguridad en la propiedad de la vivienda (Desarrollo humano 2), igualmente los dos programas tienen un resultado positivo, siendo otra vez el programa “Vida integral INFONAVIT” el de mejor resultado.

El indicador 3: Rezago habitacional (Desarrollo humano 3), solo tiene un resultado favorable en el programa “Vida integral INFONAVIT”, pues en el programa “NAMA de vivienda nueva” no se considera inversión para eliminar o mitigar el rezago habitacional existente.

El indicador 4: Asequibilidad de la vivienda (Crecimiento sustentable 1), obtuvo un resultado bajo en los dos programas esto debido a que el salario promedio mensual no es suficiente para poder adquirir una vivienda con estas características y su mantenimiento dentro del presupuesto del 30% del salario.

El indicador 5: impacto en el PIB de construcción de viviendas (Crecimiento sustentable 2), obtuvo un buen resultado en “Vida integral INFONAVIT, mientras que en “NAMA de vivienda nueva” la tendencia es muy desfavorable esto debido a que hay una mayor inversión para los proyectos del primer programa.

El indicador 6: Ahorro monetario por uso de ecotecnologías (Crecimiento sustentable 3), tiene un mejor resultado en “NAMA de vivienda nueva” esto debido a que la NAMA considera el uso de tecnologías de ahorro de energía y agua, uso de electrodomésticos altamente eficientes y el uso de sistemas pasivos de refrigeración y calefacción; que conlleva a un ahorro económico sustancial. Mientras que en “Vida integral INFONAVIT muestran un bajo desempeño esto puede ser debido a que la única herramienta de ahorro de energía es el uso de hipoteca verde, y los demás elementos de ahorro, como por ejemplo el diseño bioclimático, no están concebidos desde la construcción.

El indicador 7: Emisiones por uso de transporte (Sustentabilidad ambiental 1), en ambos programas tiene un resultado positivo, aunque muy poco relevante, esto podría deberse a que, aunque los programas consideran por ejemplo fuentes de empleo a no más de 5 km (NAMA), esto no se cumple por los propietarios de las viviendas pues las fuentes de empleo reales se encuentran en un rango mayor.

El indicador 8: Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> si no hubiere viviendas sustentables (Sustentabilidad ambiental 2), tiene un resultado positivo en los dos programas, siendo el programa “NAMA de vivienda nueva” el de mejor resultado, esto debido a que el programa considera la herramienta para análisis de ciclo de vida ACV la cual cuantifica la Huella de Carbono (kg CO<sub>2</sub>e) de los materiales y sistemas constructivos desde la extracción de las materias primas, tomando en cuenta la producción, distribución y construcción; lo que permite determinar los impactos que la producción de estos sistemas ejerce sobre el medio ambiente en materia de cambio climático.

El indicador 9: Abastecimiento de agua (Sustentabilidad ambiental 3), tiene un resultado positivo en ambos programas, el programa “NAMA de vivienda nueva” obtiene la mejor tendencia pues al igual que en el indicador 6, la única herramienta de ahorro de energía es el uso de hipoteca verde y éste se encuentra en carácter de opcional.

Agrupando los indicadores en los tres factores se puede observar que dentro del Factor Económico, el Indicador de crecimiento sustentable 3 que corresponde al ahorro por uso de tecnologías tiene un mejor resultado con respecto a los otros dos en el programa “NAMA de vivienda nueva” esto debido a que éste considera el uso de tecnologías de ahorro de energía y agua, uso de electrodomésticos altamente eficientes y el uso de sistemas pasivos de refrigeración y calefacción; lo que conlleva a un ahorro económico sustancial; los Indicadores De crecimiento sustentable s 1 y 2 obtuvieron un resultado bajo debido a que el salario promedio mensual no es suficiente para poder adquirir una vivienda con estas características dentro del presupuesto del 30% del salario. Por su parte el programa “Vida integral INFONAVIT” al igual que en el caso de la NAMA obtuvo un resultado bajo en el Indicador de Crecimiento sustentable 1, pero obtuvo un mejor resultado en el Indicador de Crecimiento sustentable 2 debido a que este programa cuenta con una mayor financiación para construcción de viviendas, y el Indicador de Crecimiento sustentable 3 permanece constante.

Dentro del factor ambiental, el programa “NAMA de vivienda nueva” considera fuentes de empleo a no más de 5 km, y debido a que esto generalmente no se cumple por los propietarios de las viviendas pues las fuentes de empleo reales se encuentran en un rango mayor provocando que el Indicador De Sustentabilidad ambiental 1 no parezca tener una mejora como en el caso de los Indicadores 2 y 3 referentes a la evitación de emisiones de CO<sub>2</sub> y del ahorro en el consumo de agua. Para el caso del programa “Vida Integral INFONAVIT” los indicadores de Sustentabilidad ambiental es muestran un bajo desempeño esto puede ser debido a que la única herramienta de ahorro de energía es el uso de hipoteca verde, y los demás elementos de ahorro, como por ejemplo el diseño bioclimático, no están concebidos desde la construcción.

Los factores sociales tuvieron un resultado desfavorable dentro del programa “NAMA de vivienda nueva” pues, aunque los atributos con los que cuenta son muy ambiciosos, el número de viviendas financiadas por este programa es menor comparado con la necesidad de vivienda que se tiene contrariamente al programa “Vida Integral INFONAVIT” el cual muestra su mejor resultado, esto puede ser debido a que el programa cuenta con más viviendas construidas donde además se incluye dentro de sus atributos un promotor vecinal y talleres de orientación, juntamente con centros comunitarios y canchas deportivas.

Haciendo un análisis de los dos programas se puede observar que hablando de sustentabilidad ninguno de los dos programas cumplirá las metas esperadas para el 2030 pues en alguno de sus factores ya sea ambiental, social o económico tienen un déficit importante, pues tendría que verse una evaluación de 1 o muy cercana en todos los aspectos.

## Capítulo 7 Propuestas de mejora a los programas de vivienda sustentable en México

El crecimiento significativo de las ciudades, la población y el número de viviendas, permite identificar grandes retos, ya que dichas ciudades necesitan energía, alimentos, agua, aire y suelo, y proveer trabajo, educación, recreación, movilidad, salud ambiental y salud pública. Tanto las cifras actuales como las proyectadas a 2030 indican que el sector vivienda debe ocupar un lugar relevante en las acciones y políticas para reducir las emisiones contaminantes, combatir el cambio climático, y avanzar hacia un uso sustentable de energía eléctrica, agua y gas al buscar garantizar una mayor calidad de vida para los habitantes de las viviendas. Si bien estas acciones y políticas han sido exitosas y han impulsado un cambio relevante en el sector vivienda, es necesario que se genere una transformación en los métodos de diseño y materiales de construcción, impulsando una visión bioclimática y la incorporación de tecnologías más eficientes en el consumo y manejo de energía y agua dentro de las viviendas, que permitan garantizar un mayor bienestar a sus habitantes sin comprometer al medioambiente.

Uno de los principales problemas del sector es la falta de políticas claras; la necesidad no satisfecha de la estandarización de las herramientas de evaluación de la sustentabilidad de las viviendas, que éstas se basen en índices estudiados y no pactados con las desarrolladoras de viviendas, tales como en el caso de la herramienta SISEVIVE; y de la falta de conjunción de esfuerzos de todos los actores involucrados en la construcción de viviendas. En este sentido, es fundamental definir un eje rector que marque los lineamientos a seguir, así como firmar acuerdos y convenios que comprometan al trabajo conjunto y a la adopción de criterios homogéneos. Para resolver este problema primeramente se requiere la generación de información, actualmente se cuenta con distintos instrumentos y mediciones, tales como el Indicador de Calidad de Vida vinculada a la vivienda de INFONAVIT, la Estrategia de Gestión para Resultados de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Medición de la Prosperidad Urbana de ONU-Hábitat, el Índice de Competitividad Municipal en materia de Vivienda del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), el inventario nacional de viviendas del INEGI, el Registro Único de Vivienda (RUV) o la Encuesta de Satisfacción Residencial de Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), y el piloto del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV) de la CONAVI. En segundo lugar, conjugar estas herramientas para generar información sólida y certera, que permita una planeación eficiente y con visión a largo plazo.

Otra de las cuestiones a tratar en el sector es la disponibilidad de vivienda cerca o dentro de un centro urbano; al no haber una planeación urbana estratégica, las viviendas nuevas ofertadas se localizan en lugares alejados, desconectadas de servicios de trabajo, educación, recreación, movilidad, salud ambiental y salud pública; lo que a su vez provoca el uso de transporte en distancias muy largas y de tiempos de traslado de duración mayor a los márgenes recomendados (mayor a los 5 km y mayor a 30 minutos respectivamente). La excesiva distancia y la congestión pueden superar las ventajas que brinda una aglomeración. Este tema se relaciona ampliamente con las viviendas en desuso; según la SEDATU en México hay 4.5 millones, y entre 6 y 7.5 millones de lotes habitacionales en estado irregular, los cuales se pueden deber al abandono de viviendas por los motivos antes descritos o por su localización dentro de focos rojos de inseguridad. El problema de las viviendas en desuso se ha intensificado en ciertas regiones del país, por lo que es necesario conformar una política de análisis de qué hacer con esos conjuntos de vivienda, algunas soluciones pueden ser:

mejorar el entorno, equipar con espacios públicos, incluir rutas eficaces de acceso o mejorar la seguridad de la zona.

Un aspecto por considerar también a la hora de crear políticas de vivienda es la densidad de población, esto debido a que una vez que las ciudades llegan a cierta población y extensión territorial, los beneficios de aglomeración pueden disminuir. Según ONU- HABITAT la relación entre ingreso y tamaño en una ciudad se vuelve negativo una vez que se alcanza el umbral de población de alrededor de 7 millones de personas, además está demostrado que el nivel de tolerancia de una persona para viajar es alrededor de una hora al día (Constante de Marchetti). Esta tolerancia de “tiempo de viaje” multiplicada por la velocidad del modo de transporte utilizado, determina un tamaño espacial eficiente para la ciudad. Cuando la extensión territorial supera el radio de una hora para transportarse, las ciudades pueden volverse ineficientes. A diferencia de las ciudades con alta densidad habitacional, las de baja densidad alcanzarán su límite más pronto.

Con lo antes mencionado se pueden encontrar varias líneas de acción para enfrentar este problema como los son: Aprovechar el suelo intraurbano disponible, incrementar la densidad habitacional, en caso de ser necesario, promover una expansión ordenada de las ciudades mediante la oferta de suelo apto, orientar la política de vivienda con una lógica urbana sustentable, que deriva de un modelo de ciudades compactas y competitivas y vincular la producción de vivienda a la oferta de empleo, tanto en su volumen como en su ubicación.

Referente a las recomendaciones sobre los instrumentos de financiamiento para la vivienda; la asignación de créditos y subsidios deberá privilegiar la vivienda bien ubicada, inhibiendo el crecimiento urbano en zonas inadecuadas; con cercanía de los beneficiarios a las fuentes de empleo, instalaciones educativas, de salud de comercio y de recreación, reduciendo el tiempo y dinero destinados a transportarse; además de viviendas que cuenten con tecnologías más eficientes en el consumo y manejo de energía y agua dentro de las viviendas.

Por otro lado, si se cambia la forma en que se concibe a la vivienda económica, se pueden generar nuevos centros urbanos con desarrollos integrales que conjunten vivienda, trabajo, comercio, salud y esparcimiento. A la par, se pueden densificar los terrenos para tener mayor cantidad de viviendas por hectáreas, sin que esto implique hacinamiento ni depreciación en la calidad de vida de las personas; por el contrario, se pueden generar nuevas formas de arquitectura consideren a una población que seguirá creciendo y demandando mayores servicios, esto con una visión a largo plazo de satisfacer las necesidades básicas de los habitantes.

## Capítulo 8 Conclusiones

Los resultados anteriores muestran la perspectiva de la calidad de vida en las viviendas para el año 2030, se requieren de acciones puntuales que ayuden a cumplir que la perspectiva se lleve a cabo, y mejorar la misma para lograr las metas establecidas por los ODS.

Al analizar los programas de vivienda y sus instrumentos se puede ver que los dos programas cuentan con una visión del panorama general en el que se encuentra la vivienda en México y los retos o problemas que existen para lograr tener una política de vivienda sustentable.

Los elementos por considerar en la definición de los indicadores de sustentabilidad para el análisis de vivienda sustentable se obtuvieron a través de la transversalización de los ODS, dentro de estos se consideran objetivos claros a tratar como lo es el acceso programas de vivienda, y que esta vivienda se encuentre cerca de los servicios antes referidos, y enfatiza que estas viviendas deben contar con tecnologías o sistemas que reduzcan el impacto ambiental negativo.

Al evaluar los programas de acuerdo con los indicadores se visualiza que ambos tienen elementos a tratar para ser considerados programas de vivienda sustentable, las alternativas que se proponen para poder lograr este objetivo son las siguientes:

Dentro del Ámbito ambiental se requiere que la oferta de viviendas cuente con diseños que aprovechen los flujos naturales de agua y la energía de la región, promoviendo sistemas para el tratamiento y la recirculación del agua, superficies permeables, entre otros; la integración de materiales de construcción con aislamiento térmico y sistemas pasivos de calefacción y refrigeración; y que cuenten con tecnologías ahorro de energía y agua. Además de que una de las principales prioridades que debe considerar la política de vivienda en México es optimizar la ubicación de la vivienda de interés social, en este caso para evitar emisiones de gases contaminantes por motivos de transporte.

Dentro del Ámbito económico se requiere crear mecanismos financieros y programas específicos de apoyo para el aprovechamiento de suelo apto al interior de la zona urbana, de tal manera que se eviten los cambios en el uso de suelo, se reduzcan las emisiones contaminantes y los gastos asociados al transporte, se aproveche la infraestructura existente, se incremente el acceso a servicios y se mejore la dotación de equipamiento urbano, incluir el transporte público con precios controlados y la infraestructura para la movilidad no motorizada (bicicletas, etc.) como servicios básicos de la vivienda; además de mejorar las finanzas familiares, ello contribuirá a elevar la plusvalía de la vivienda, y a adquirir una vivienda con las características antes descritas.

Dentro del Ámbito social es necesario continuar con la financiación de adquisición de viviendas de este tipo, cambiando del estado de renta o de rezago habitacional. Además de ampliar las prácticas que garantizan el pago de una cuota de mantenimiento a través del crédito hipotecario, de tal manera que con ello se promueva una administración profesionalizada en los conjuntos habitacionales.

## Fuentes de consulta

Biagio F. Giannetti, Jorge C.C. Demetrio, Feni Agostinho, Cecilia M.V.B. Almeida, Gengyuan Liu. (2017). *“Towards more sustainable social housing projects: recognizing the importance of using local resources”*, Building and Environment 127, pp. 787-203.

Centro Mario Molina, (2012) *“Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México”*, Centro Mario Molina.

Christine M. Hoehner. (2012). *“Commuting Distance, Cardiorespiratory Fitness, and Metabolic Risk”*, American Journal of Preventive Medicine, Volume 42, Issue 6, Pages 571–578.

CNUVDUS. (2016). *“Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible”*, Quito.

CONAVI. (2011). *“Desarrollos Habitacionales Sustentables ante del Cambio Climático”*.

Daniela Chiarello Fastofski, Marco Aurelio Stumpf González, Andrea Parisi Kern. (2017). *“Sustainability analysis of housing developments through the Brazilian environmental rating system Selo Casa Azul”*, Habitat international 67, pp.44-53.

Felicitas Hernández R., Claudia Sheinbaum P., Andrea Calderón I., *“Social neglected effect in the implementation of energy technologies to mitigate climate change: sustainable building program in social housing”*, Engineering Institute, National Autonomous University of México, México.

Fundación idea. (2011). *“Estrategia nacional para la vivienda sustentable”*, Eficiencia Energética y Ambiental en el sector Vivienda. p.23-25.

Guadalupe Huelsz, José Manuel Ochoa, Pablo Elías López, Adolfo Gómez y Aníbal Figueroa. (2011). *“Uso de sistemas pasivos de climatización en cinco zonas de la república mexicana”*, Centro de Investigación en Energía, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 34 Temixco Centro, 62580, Temixco, Mor. México.

H. Wallbaum, Y. Ostermeyer, C. Salzer, E. Zea E. (2011). *“Indicator based sustainability assessment tool for affordable housing construction technologies”*, Ecological indicators.

Hák Tomás, Svatava Janousková, Bedrich Moldan. (2015). *“Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators”*, Ecological Indicators.

Ian L. McHarg. (2000). *“La ciudad y el campo”* Proyectar con la naturaleza. Ed. Gustavo Gil, Barcelona. Pag 1-5

INFONAVIT. (2019). *“Historia y Perfil Institucional”*

Martínez, M. Samuel A. (2016). *“Escenarios de energía y emisiones de gases de efecto invernadero para México al año 2030”*. Disponible en:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11086/tesis.pdf?sequence=1>

Nessa Winston, Montserrat Pareja Eastaway. (2007). *"Sustainable Housing in the Urban Context: International Sustainable Development Indicator Sets and Housing"*, Springer Science+Business Media B.V.

ONU. (1992). "CMNUCC Convención marco de las naciones unidas Sobre el cambio climático 1992".

Rodríguez, S. G.; Campoy, M. D.; Cantú, E. C.; Orihuela, E. L. (2015) *"Propuesta de modelo integral de evaluación sostenible de la vivienda social en México"*. Ambiente Construido, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 7-17, out. /dez. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400036>

Samuel A. Martínez-Montejo, Claudia Sheinbaum-Pardo. (2016). *"The impact of energy efficiency standards on residential electricity consumption in México"*, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Velarde Flores, Mercedes E. (2017). "Modelos de estimación de consumos de agua por vivienda, ahorros por ecotecnias hidrosanitarias y prácticas para la sustentabilidad hídrica", Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano. Disponible en:

<https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/5018/Modelos+de+estimacion+de+consumos+de+agua+en+vivienda.+Ahorros+por+ecotecnias+hidrosanitarias+y+practic+para+la+sustentabilidad+hidrica.pdf?sequence=2>

Velázquez H. Amalinalli, López E. Fernanda. (2018). *"Evaluación de la sustentabilidad de los programas de vivienda en México mediante la transversalización de los objetivos de desarrollo sostenible"*, Memorias del 3° congreso interamericano de cambio climático, AIDIS Argentina. Disponible en:

[http://www.aidisnet.org/PDF\\_mem/3CICC/3.8-L%C3%B3pez%20-M%C3%A9xico-1.doc.pdf](http://www.aidisnet.org/PDF_mem/3CICC/3.8-L%C3%B3pez%20-M%C3%A9xico-1.doc.pdf)

Wolfgang Rid, Jörg Lammers, Simona Zimmermann. (2016). *"Analyzing sustainability certification systems in the German housing sector from a theory of social institutions"*, Ecological Indicators, Elsevier.

### **Hipervínculos**

Agenda 2030 ONU, <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>

Balance nacional de energía 2016,

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2016\\_2\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance_Nacional_de_Energ_a_2016_2_.pdf)

Banco mundial, <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?locations=MX>

CEPAL, *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*,

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307\\_es.pdf%22%3Ehttp://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307_es.pdf%22%3Ehttp://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307_es.pdf)

CEPAL, *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe* [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589_es.pdf)

Código de edificación de vivienda 2017, <https://www.gob.mx/conavi/documentos/codigo-de-edificacion-de-vivienda-3ra-edicion-2017>

Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015\\_indc\\_esp.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf)

CONAPO, [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos)

CONAVI 2019 [www.conavi.gob.mx](http://www.conavi.gob.mx)

CONDUSEF,

<https://phpapps.condusef.gob.mx/condusefhipotecario/comparativo.php?valorin=198066&enganche=19807&plazo=20&tipo=&ingresosin=0&p=20&elige=4>

CONDUSEF, <https://phpapps.condusef.gob.mx/condusefhipotecario/datos.php>

CONSAMI, [http://www.conasami.gob.mx/boletin\\_nvov\\_sal\\_2015.html](http://www.conasami.gob.mx/boletin_nvov_sal_2015.html)

Consumo promedio diario de agua por mexicano, <http://www.aguas.org.mx/sitio/index.php/blog/campanas/item/333-consumo-promedio-diario-de-agua-por-mexicano-15anosconsejoconsiltivodelagua>

COP16/CMP6 2010, [http://www.cop16.mx/es/sala-de-prensa/comunicados/press-releasesspeeches\\_2010121554062.htm](http://www.cop16.mx/es/sala-de-prensa/comunicados/press-releasesspeeches_2010121554062.htm)

COPARMEX 2017,

[https://coparmex.org.mx/downloads/nuevaculturasalarial/Final\\_Nueva\\_Cultura\\_Salarial\\_220617\\_RESUMEN\\_vflmso.pdf](https://coparmex.org.mx/downloads/nuevaculturasalarial/Final_Nueva_Cultura_Salarial_220617_RESUMEN_vflmso.pdf)

Cuenta satélite de vivienda en México, 2016,

[http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/StmaCntaNal/csvm2017\\_07.pdf](http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/StmaCntaNal/csvm2017_07.pdf)

Demanda de vivienda 2016,

<http://doc.shf.gob.mx/estadisticas/EstudiosVivienda/Documents/demanda%202016%20vimpresa.pdf>

Desarrollos Habitacionales Sustentables ante del Cambio Climático. Finanzas de carbono, <http://finanzascarbono.org/finanzas-carbono/>

Diagnóstico prospectivo de atención mediante el subsidio del Programa de Acceso al Financiamiento para Soluciones Habitacionales (S177),

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/348891/Documento\\_Probatorio\\_del\\_Avance\\_del\\_Documento\\_de\\_Trabajo\\_S177.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/348891/Documento_Probatorio_del_Avance_del_Documento_de_Trabajo_S177.pdf)





Informe anual INFONAVIT, [http://portal.INFONAVIT.com.mx/wps/wcm/connect/fa12d285-5ecd-44e6-8887-d17892b0e460/InformeAnualSust\\_ESP.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IBb17xt](http://portal.INFONAVIT.com.mx/wps/wcm/connect/fa12d285-5ecd-44e6-8887-d17892b0e460/InformeAnualSust_ESP.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IBb17xt)

Lineamientos de sustentabilidad, <https://coveg.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2017/01/LINEAMIENTOS-SUSTENTABILIDAD.pdf>

Manual explicativo del programa Vida Integral: Vivienda sustentable, 2012  
<http://portal.INFONAVIT.org.mx/wps/wcm/connect/605a49e8-ab12-428b-b796-f97a99e389ae/Manual+Vida+Integral+INFONAVIT+Vivienda+Sustentable.pdf?MOD=AJPERES>

México 2030, Visión Prospectiva, IMEF (2012),  
<http://www.imef.org.mx/Ponencia2012/pdf/Capitulo5.pdf>

México presenta logros del programa NAMA de vivienda sustentable en el marco de la COP23, 2017, <https://www.gob.mx/conavi/prensa/mexico-presenta-logros-del-programa-nama-de-vivienda-sustentable-en-el-marco-de-la-cop-23?idiom=es>

NAMA-CONAVI COP 21,  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/83267/NAMA\\_Conavi\\_COP\\_21\\_Buildings\\_Day.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/83267/NAMA_Conavi_COP_21_Buildings_Day.pdf)

NAMA-CONAVI, <https://www.gob.mx/conavi/prensa/boletin-71-mexico-reducira-el-100-de-emisiones-de-co2-con-vivienda-nama?idiom=es>

NAMA-CONAVI, <https://www.gob.mx/conavi/prensa/nama-de-vivienda-en-mexico-es-la-mas-avanzada-del-mundo-79842?idiom=es>

NUMERAGUA 2015,  
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/NUMERAGUA2015.pdf>

ONAVI (2013) NAMA de Vivienda Existente, <http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable>

ONU-HABITAT, <http://onuhabitat.org.mx/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua>

ONU-HABITAT, <https://onuhabitat.org.mx/index.php/hacer-de-la-densidad-una-variable-fundamental>

Plan de labores y financiamiento INFONAVIT,  
[https://portal.INFONAVIT.org.mx/wps/wcm/connect/b8c2818e-fa67-4805-abf9cbc63ddf662a/Plan\\_de\\_Labores\\_y\\_Financiamientos\\_2018.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mg4MiNy](https://portal.INFONAVIT.org.mx/wps/wcm/connect/b8c2818e-fa67-4805-abf9cbc63ddf662a/Plan_de_Labores_y_Financiamientos_2018.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mg4MiNy)

Programa nacional de vivienda 2014-2018,  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014)

Prontuario de migración y movilidad interna 2015, CONAPO,  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279847/Prontuario\\_movilidad\\_interna\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279847/Prontuario_movilidad_interna_2015.pdf)

Proyecciones de la población de México 2010-2050, 2012 CONAPO. Población a mitad de año.  
Indicadores demográficos 2010-2050,

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63977/Documento\\_Metodologico\\_Proyecciones\\_Mexico\\_2010\\_2050.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63977/Documento_Metodologico_Proyecciones_Mexico_2010_2050.pdf)

Sistema de Información Energética, SENER,

<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

SIGFRE, Indicadores sociales para el desarrollo sostenible,

<http://energia.ugto.mx/index.php/desarrollo-sustentable/estrategia-ds/introduccion/15-indicadores/19-indicadores-sociales>

Supported NAMA for Sustainable Housing in Mexico - Mitigation Actions and Financing Packages,

[http://dev.another.co/giz/download/biblioteca\\_pronama/nama\\_vivienda\\_existente/nama\\_vivienda\\_existente\\_financiamiento/GIZ%202014%20%20Mitigation%20Actions%20and%20Financing%20Packaging.pdf](http://dev.another.co/giz/download/biblioteca_pronama/nama_vivienda_existente/nama_vivienda_existente_financiamiento/GIZ%202014%20%20Mitigation%20Actions%20and%20Financing%20Packaging.pdf)

Visión México 2030 – CEPAL,

<https://archivo.cepal.org/pdfs/GuiaProspectiva/VisionMexico2030.pdf>

Vivienda sustentable en México 2011, [http://nama-](http://nama-database.org/images/5/5d/2b_Vivienda_Sustentable_en_Mexico.pdf)

[database.org/images/5/5d/2b\\_Vivienda\\_Sustentable\\_en\\_Mexico.pdf](http://nama-database.org/images/5/5d/2b_Vivienda_Sustentable_en_Mexico.pdf)