

# VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO

## VIVIENDA NUEVA

# NAMA



ACCIONES NACIONALES APROPIADAS DE MITIGACIÓN





NAMA apoyada para la Vivienda Nueva en México  
Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros

NAMA apoyada para la Vivienda Nueva en México  
Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros

**SEDATU**

SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO



**CONAVI**

COMISIÓN NACIONAL  
DE VIVIENDA



**cooperación  
alemana**

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementado por:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

**NAMA** Facility

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,  
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

On behalf of:



Department  
of Energy &  
Climate Change

of the UK Government

NAMA apoyada para la Vivienda Nueva en México  
Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros

# ÍNDICE

## NAMA Apoyada para la Vivienda Nueva en México

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>21</b>	
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>29</b>
<b>2</b>	<b>Panorama general del sector de la vivienda en México</b>	<b>33</b>
2.1	Relevancia del sector	34
2.2	Actores Principales en el Mercado de la Vivienda	36
2.3	Financiamiento para el sector de la vivienda en México	39
2.4	Política Pública de vivienda dentro del contexto del clima	40
2.5	Iniciativas de sustentabilidad energética en el sector	42
2.6	Cooperación internacional para el sector de la vivienda en México	44
2.6.1	Acciones de Apoyo Específicas para la NAMA de Vivienda	44
<b>3</b>	<b>Barreras para la vivienda baja en carbono en México</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>NAMA: Potencial, objetivos y acciones</b>	<b>51</b>
4.1	NAMA Mexicana de Vivienda	52
4.2	Desempeño Integral de la Vivienda	52
4.3	Objetivo de la NAMA	53
4.4	Alcance de la NAMA	53
4.4.1	Estándares de eficiencia energética para las viviendas, conforme a la NAMA	56
4.4.2	Opciones de mitigación conforme a los estándares de eficiencia energética de la NAMA	59
4.5	Potencial de mitigación	63
4.6	Cobeneficios (Beneficios no Relacionados con Gases de Efecto Invernadero)	64
4.7	Acciones administrativas y de apoyo	66
4.7.1	Configuración institucional y administración de la NAMA	71
4.7.2	Integración con RUV	71
4.7.3	Desarrollo de reglamentos de construcción obligatorios y de procedimientos para el otorgamiento de licencias	72
4.7.4	Creación de capacidades	72
4.7.5	Herramienta de Simulación	73
4.7.6	Proyectos Piloto: Demostrando la NAMA de Vivienda	73
4.7.7	Elevar la conciencia pública	76
4.7.8	Capacitación y Creación de Capacidades	76

5	<b>Sistema MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación</b>	79
6	<b>Financiamiento de la NAMA: Recursos necesarios y configuración institucional</b>	97
	6.1 Costos de inversión incrementales y ahorros de energía	98
	6.2 Recursos requeridos para la implementación de la NAMA	101
	6.2.1 Acciones directas de mitigación	101
	6.2.2 Acciones indirectas de mitigación (acciones de apoyo)	103
	6.2.3 Contribución mexicana	104
	6.3 Esquema de financiamiento para la NAMA de Vivienda	104
	6.3.1 Apoyo Financiero para el Lado de la Demanda	106
	6.3.2 Apoyo Financiero para el lado de la Oferta	107
	6.3.3 Apoyo Financiero para el Fortalecimiento de Capacidades y MRV	108
	6.4 Enfoques Potenciales	109
	6.4.1 Modelo del Asegurador	109
	6.4.2 Modelos Impulsados por Subsidios	111
	6.4.3 Modelo de Protección contra Pérdidas	113
	6.4.4 Modelo de la Responsabilidad Social Corporativa o ESR	113
6	6.5 Paquetes financieros de la NAMA ofrecidos a la comunidad de donantes internacionales	113
	<b>Fuentes de Información</b>	117
	<b>Anexo técnico: Evaluación de los tipos de construcción de vivienda social en México</b>	119
	<b>Anexo 1: Tabla de resultados detallados</b>	194
	<b>Anexo 2: Panorama detallado de los costos de apoyo y de las acciones administrativas</b>	207
	<b>Anexo 3: MRV para la vivienda nueva en México</b>	211
	<b>Anexo 4: Medidas indirectas para la implementación de la NAMA de vivienda nueva</b>	217
	4.1 Proyectos piloto de la NAMA de vivienda nueva	217
	*Piloto Hermosillo, Sonora	
	*Piloto Morelia, Michoacán	
	*Piloto Guadalajara, Jalisco	
	4.2 Reglamentos de construcción y capacitación a autoridades locales en la vivienda sustentable	291
	<b>Anexo 5: Criterios de entorno para NAMA de vivienda nueva</b>	301

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emisiones de las casas construidas recientemente en México bajo los escenarios de mitigación	24
Figura 2: Programa para la fase de entrada de la NAMA Mexicana para la Vivienda Sustentable	32
Figura 3: Crecimiento proyectado para el sector de la vivienda en México	35
Figura 4: Número de Créditos Financieros para Viviendas nuevas, otorgados por Instituciones Selectas en México 1973-2012	37
Figura 5: Número de hipotecas verdes ofrecido por INFONAVIT, 2009-2010	38
Figura 6: Barreras a la vivienda con bajo carbono en México y las medidas propuestas para subsanarlas	50
Figura 7: Zonas climáticas mexicanas, utilizadas para los cálculos de NAMA	58
Figura 8: Demandas específicas de energía para las unidades Verticales en Hermosillo (cálido-seco), 40 m <sup>2</sup>	61
Figura 9: Niveles de CO <sub>2</sub> bajo los varios escenarios de niveles de eficiencia energética en Cancún (vertical, 40m <sup>2</sup> )	62
Figura 10: Emisiones para viviendas recién construidas en México y escenarios selectos de mitigación	63
Figura 11: Mapa de los Proyectos Piloto de NAMA para la Vivienda Sustentable Iniciados en el 2012	74
Figura 12: Concepto del Sistema de Monitoreo	81
Figura 13: Zonas Climáticas para NAMA a Escala-Nacional	90
Figura 14: Costos actuales y a futuro de las mediciones de eficiencia energética en Guadalajara vertical, 40m <sup>2</sup>	99
Figura 15: Costos actuales y futuros para las medidas de rendimiento energético en Cancún vertical, 40m <sup>2</sup>	100
Figura 16: Necesidades de Fondos de NAMA	105
Figura 17: Valores Capturados por los Diversos Actores de NAMA	106
Figura 18: Modelo Tradicional para el Financiamiento de la Eficiencia Energética	107
Figura 19: El Modelo del Asegurador	110
Figura 20: El Modelo de Equidad	111
Figura 21: El Modelo de Reinversión	112

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Emisiones anuales que se evitaron en una vivienda de m <sup>2</sup> por tipo de construcción y zona climática, tCO <sub>2</sub> e	25
Tabla 2: Elementos principales del diseño de la NAMA de Vivienda	27
Tabla 3: Elementos de diseño de la NAMA	55
Tabla 4: Elementos de diseño (2)	57
Tabla 5: Opciones de mitigación por tipo de clima para el tipo de edificación vertical	60
Tabla 6: Co-Beneficios seleccionados para la NAMA de Vivienda	65
Tabla 7: Acciones administrativas y de apoyo	67
Tabla 8: Detalles del Sistema de Monitoreo de Gases de Efecto Invernadero	83
Tabla 9: Aspectos del Sistema de Monitoreo Detallado	85
Tabla 10: Parámetros Comunes a través de las Iniciativas de Vivienda Sustentable	87
Tabla 11: Características de las Casas de Referencia	92
Tabla 12: Factores de Emisión Comunes y Datos Caloríficos	94
Tabla 13: Condiciones marco para el cálculo de los costos de ciclo de vida	98
Tabla 14: Costos de inversión para tres estándares de eficiencia energética por 1,000 unidades habitacionales	101
Tabla 15: Costo de las acciones de apoyo	103
Tabla 16: Fondo revolvente de créditos blandos para el financiamiento puente, millones de USD	114
Tabla 17: Ejemplos de paquetes financieros para el apoyo de donantes	116

## LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ANFAD	Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos
AGEB	Área Geoestadística Básica
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministerio Federal Alemán, para la Conservación de la Naturaleza y del Ambiente y la Seguridad Nuclear) desde 2013 BMUB
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Ministerio Federal Alemán para la Cooperación y el Desarrollo)
MDL	Mecanismo para el Desarrollo Limpio
CEV	Código de Edificación de Vivienda
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CEPAL666	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CFL	Lámpara fluorescente compacta (Compact fluorescent lighting)
CMM	Centro Mario Molina
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COP	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CTF	Fondo para la Tecnología Limpia (Clean Technology Fund)
CUV	Clave Única de Vivienda
DENUE	Directorio Nacional de Unidades Económicas
DIT	Dictamen de Idoneidad Técnico
DOT	Desarrollo Orientado al Transporte
DUIS	Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables
Ecuve	Evaluación Cualitativa de la Vivienda y su Entorno
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FONADIN	Fondo Nacional de Infraestructura
FONHAPO	Fondo Nacional de Habitaciones Populares

<b>FOVISSSTE</b>	Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
<b>GEI</b>	Gas de Efecto Invernadero
<b>GIZ</b>	Cooperación Alemana al Desarrollo, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
<b>BID</b>	Banco Inter-Americano de Desarrollo
<b>IDG</b>	Índice de Desempeño Global
<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>INFONAVIT</b>	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
<b>INVI</b>	Instituto Nacional de Vivienda
<b>KfW</b>	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Banco principal para el desarrollo de Alemania)
<b>LGAH</b>	Ley General de Asentamientos Humanos
<b>Gas LP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>MEPS</b>	Normatividad Mínima de Rendimiento Energético (Minimum Energy Performance Standards)
<b>MRV</b>	Monitoreo, reporte y verificación
<b>MtCO<sub>2</sub> e</b>	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
<b>MXN</b>	Peso mexicano
<b>NAFIN</b>	Nacional Financiera, Sociedad Nacional de Crédito
<b>NAMA</b>	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (Nationally Appropriate Mitigation Actions)
<b>NOM</b>	Normas Oficiales Mexicanas
<b>NMX</b>	Normas Mexicanas
<b>ONAVI</b>	Organismos Nacionales de Vivienda
<b>OREVI</b>	Organismos Regionales de Vivienda
<b>PCU</b>	Perímetros de Contención Urbana
<b>PECC</b>	Programa Especial de Cambio Climático
<b>PEDU</b>	Plan Estatal de Desarrollo Urbano
<b>PDL</b>	Préstamo Impulsado por el Rendimiento (Performance-Driven Loan)
<b>PECC</b>	Programa Especial de Cambio Climático
<b>PHI</b>	Passivhaus Institut (Instituto de la Casa Pasiva)
<b>PHPP</b>	Passivhaus Planning Package (Programa de Planificación Passivhaus)

PIB	Producto Interno Bruto
PMDU	Plan Municipal de Desarrollo Urbano
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNDUyV	Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda
PNV	Programa Nacional de Vivienda
PoA	Programa de Actividades (Programme of Activities)
PRONASE	Programa Nacional de Aprovechamiento Sustentable de la Energía
PSDATU	Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
RENARET	Registro Nacional de Reservas Territoriales
RUV	Registro Único de Vivienda
ROP	Reglas de Operación
SCINCE	Sistema para la Consulta de Información Censal
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SHF	Sociedad Hipotecaria Federal
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIMBAD	Sistema Municipal de Bases de Datos
Sisevive	Sistema de Evaluación a la Vivienda Verde
SOFOLLES	Sociedades Financieras de Objeto Limitado
SOFOMES	Sociedades Financieras de Objeto Múltiple
SUN	Sistema Urbano Nacional

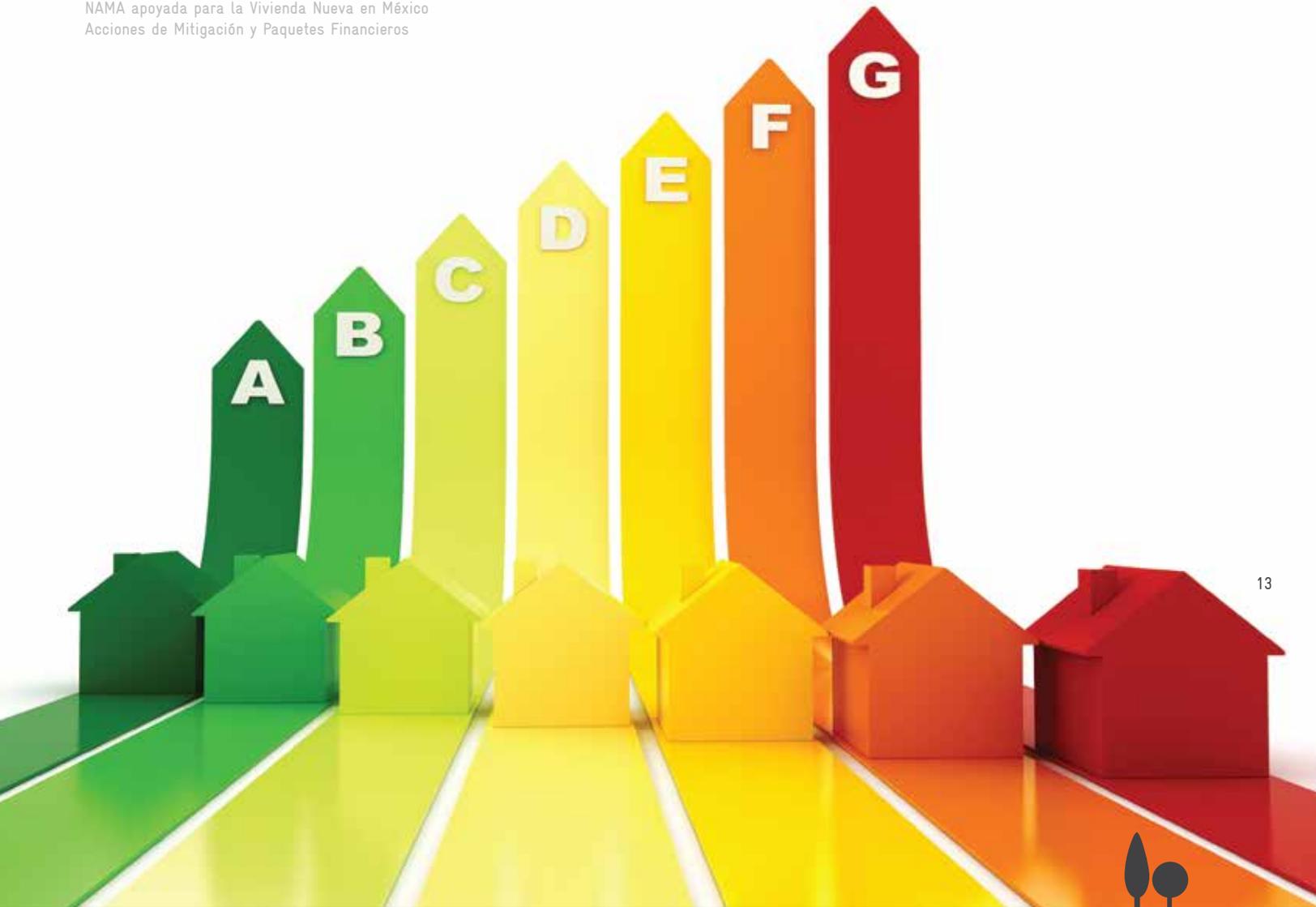


Tasas de cambio (11/2012)

1 MXN =	0.06	EUR =	0.07	USD
1 EUR =	1.27	USD =	16.50	MXN
1 USD =	0.78	EUR =	13.00	MXN

Fuente: Finanzas Yahoo (Yahoo Finance) (accesada 17.11.12)





## Introducción: La transformación del sector de la vivienda hacia una mayor sustentabilidad

Para aumentar la sustentabilidad y la calidad de vida en las ciudades mexicanas y contribuir a combatir una de las causas del cambio climático, el sector de la vivienda constituye un elemento clave. Primero, este sector debe resolver distintos desafíos: una buena ubicación en el tejido urbano, acceso a infraestructura, equipamiento y servicios adecuados, una fuerte comunidad identificada con su hábitat y un diseño bioclimático adaptado al lugar, complementado con ecotecnologías que garanticen un alto confort a sus habitantes y un ahorro de los recursos naturales.

En 2012 la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) desarrolló la primera NAMA de Vivienda (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación, por sus siglas en inglés) a nivel mundial. A diferencia de programas mexicanos anteriores, enfocados en la promoción y la medición del impacto de las ecotecnologías, la NAMA aborda la eficiencia energética con base en el desempeño global de la vivienda. Desde esta perspectiva, los prototipos de eficiencia se fijan para una demanda de energía primaria total, basada en el tipo de construcción y de clima. En 2014 la CONAVI desarrolló la segunda NAMA del sector de la vivienda, la NAMA de Vivienda Existente, que propone la rehabilitación de la vivienda existente paso a paso y hacia un óptimo desempeño energético y ambiental.

La Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), por encargo del Ministerio Federal de Medioambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) y el Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC) del Reino Unido, asesora a la CONAVI y a otros Organismos Nacionales de Vivienda del País para impulsar la sustentabilidad en la vivienda. GIZ asistió a la CONAVI para elaborar el diseño técnico de las NAMA de Vivienda Nueva y Existente y la implementación de la NAMA de Vivienda Nueva, en el marco del primer proyecto de la NAMA Facility para transformar el sector de la vivienda hacia una mayor sustentabilidad.

Para poder lograr la transformación del sector de la vivienda es clave, entre otros aspectos:



Homologar los criterios técnicos y los estándares de eficiencia energética de las viviendas NAMA, como una línea base común para todos los actores claves del sector



Consolidar y mantener una herramienta de evaluación bajo el concepto del desempeño global, que permita simular y evaluar la demanda de energía y de agua de cualquier vivienda mexicana; el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde (SISEVIVE-ECOCASA) y vincular su aplicación al procedimiento estándar del Registro Único de Vivienda (RUV)



Capacitar a los desarrolladores de vivienda del País en el diseño y la construcción sustentable



Impulsar y fomentar la aplicación a gran escala de materiales sustentables y ecotecnologías en el mercado de vivienda



Sensibilizar a los tomadores de decisiones a nivel político y privado, y a los usuarios

## ANDREAS GRUNER

Director de Proyecto, NAMA Facility México,  
Componente Técnico  
Deutsche Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Cooperación Alemana al Desarrollo





## Prólogo

En los últimos años, bajo la Política Nacional de Vivienda, el Gobierno de la República ha impulsado la evolución del diseño y la construcción de la vivienda y de los desarrollos habitacionales. En 2013, la creación de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), como la institución encargada de coordinar los esfuerzos del sector vivienda, puso de manifiesto el interés del gobierno del Presidente Enrique Peña Nieto en redefinir la política de vivienda y su entorno hacia un desarrollo sustentable.

La implementación de programas para el ahorro de electricidad, gas y agua en la vivienda, tales como Hipoteca Verde (INFONAVIT) y el Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), son el resultado de una búsqueda de soluciones de diseño, más comprometidas con el medio ambiente, con la economía de las familias mexicanas y con la industria, debido a que existe un círculo virtuoso entre la normatividad, el financiamiento, la demanda y el uso de las ecotecnologías y los elementos de diseño sustentable, con el que se obtienen beneficios en lo social, lo ambiental y lo económico.

El sector residencial es responsable del 17% del consumo de energía en México y alrededor del 4.5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> las cuales aumentan rápidamente.

La SEDATU, a través de la CONAVI, ejecuta programas para promover la vivienda sustentable y ayudar al cumplimiento de la meta que México se ha fijado en el ámbito internacional para reducir sus emisiones de Gases Efecto Invernadero; la cual se encuentra establecida en el Programa Especial de Cambio Climático en el que se describen más de 100 actividades y una disminución del 50% de sus emisiones de Gases Efecto Invernadero en 2050.

Un programa muy importante para lograr esta meta es la implementación de las NAMA (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación, por sus siglas en inglés) cuya finalidad es promover la eficiencia energética y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y Gases Efecto Invernadero.

En un escenario conservador, cada vivienda podría dejar de emitir alrededor de 8 toneladas de CO<sub>2</sub> a lo largo de su ciclo de vida.

En 2012 la CONAVI, actualmente coordinada por la SEDATU, desarrolló la primera NAMA de vivienda nueva en el sector, que aborda la eficiencia energética bajo el Programa México-Alemania para NAMA de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) y hoy es una de las más avanzadas del mundo.

Actualmente se han realizado diferentes proyectos para identificar estándares de eficiencia energética que puede tener la vivienda social, basados en el concepto desempeño global de la vivienda, que considera las cuatro zonas bioclimáticas del País; las tipologías arquitectónicas; los sistemas constructivos; los materiales y componentes arquitectónicos con mejores prestaciones térmicas, así como las ecotecnologías y los electrodomésticos de alta eficiencia.

El desarrollo del diseño técnico e implementación de los proyectos incluye actividades como:

-  Diseño de medidas activas y pasivas en la vivienda
-  Desarrollo de talleres de planeación y seguimiento
-  Simulación de los consumos de energía de las viviendas, basada en el concepto desempeño global de la vivienda.
-  Control de calidad y supervisión de obra con apoyo del gobierno alemán
-  Programa de Monitoreo del consumo energético
-  Integración en el Registro Único de Vivienda, bajo la plataforma Sisevive-Ecocasa

Por otro lado, en México se tiene un parque habitacional de 30 millones de viviendas que son susceptibles a mejoramiento y ampliación. La CONAVI generó, con el apoyo de la Cooperación Alemana de Desarrollo (GIZ), el diseño técnico de la NAMA de vivienda existente y está desarrollando su implementación, considerando los principios del desempeño global de la vivienda.

El diseño técnico contempla la rehabilitación, paso a paso, hacia el óptimo desempeño energético y ambiental. Estos pasos incluyen el cambio de electrodomésticos eficientes, el mejoramiento de la envolvente, elementos de sombreado y medidas activas y pasivas de climatización. Actualmente se ha implementado uno de los proyectos piloto en Mérida, Yucatán.

A fin de implementar la NAMA de forma masiva, se llevan a cabo propuestas de mejora para los distintos climas del País, conforme a los programas de financiamiento y subsidios existentes bajo el concepto del desempeño global de la vivienda y de la rehabilitación paso a paso.

Se estima que tales objetivos pueden alcanzarse con el apoyo de esquemas de financiamiento climático que, a través de un marco robusto de registro, monitoreo y verificación (MRV), permita captar incentivos y sistemas de pago basados en el desempeño y la generación potencial de créditos de carbono.

Desde diciembre de 2013, el Ministerio Federal de Medio ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear de Alemania y el Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido apoyan al Gobierno Mexicano en la implementación de la NAMA de Vivienda como el primer proyecto de la NAMA Facility a nivel mundial, enfocado en la implementación masiva de vivienda sustentable de acuerdo con los estándares definidos en la NAMA.

Algunos de los resultados esperados son la generación de cambios en el sector, tales como la creación de capacidades; el desarrollo de una industria verde de ecotecnologías; el aumento de la eficiencia de la vivienda y la comodidad de

sus habitantes; la viabilidad financiera y ecológica de las medidas, entre otros.

México es uno de los países con NAMA más desarrolladas del mundo. A través de los programas y políticas públicas, el Gobierno de la República refrenda su compromiso con el planeta y su conservación.

De igual manera, las distintas secretarías están bajo instrucción del Gobierno de la República, comprometidas con el cumplimiento de la visión del País en materia de vivienda y desarrollo urbano.

## PALOMA SILVA

M.D.I. María Paloma Silva de Anzorena  
Directora General de la Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO



**CONAVI**  
COMISIÓN NACIONAL  
DE VIVIENDA



La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional de Vivienda en México (CONAVI), agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (German Development Cooperation [Cooperación Alemana al Desarrollo]) por su colaboración y asistencia técnica para la preparación de este documento. La colaboración con GIZ se realizó conforme el marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA, que ha sido encargado a la GIZ por parte del Ministerio Federal Alemán, para la Conservación de la Naturaleza y del Ambiente y la Seguridad Nuclear (BMU). Las opiniones expresadas, en este documento, no necesariamente reflejan los puntos de vista de GIZ y/o BMU. La reproducción parcial, o total, de este documento, queda autorizada para propósitos no lucrativos, siempre y cuando la fuente sea una fuente reconocida.

**SEMARNAT/CONAVI. NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros.**  
Ciudad de México, 2012 - Un proyecto dentro del marco de trabajo de la Iniciativa Internacional para el Cambio Climático.



**Autores:**

Thomson Reuters Point Carbon: Robert Kaineg  
IzN Friedrichsdorf : Georg Kraft, Rolf Seifried, Werner Neuhauss, HeikoStörkel  
Passivhaus Institut: Witta Ebel, Susanne Theumer, Maria del Carmen Rivero  
Consultores Gopa: Angelika Stöcklein, Salvador Rodriguez  
Perspectives: Matthias Krey, Stefan Wehner



**Supervisión:**

SEMARNAT, CONAVI, Mesa Transversal de vivienda sustentable del 2012 (CONAVI, INFONAVIT, SHF, FOVISSSTE, RUV, expertos y otros actores del sector de vivienda en México), GIZ: Emmanuel Carballo, Emily Castro, André Eckermann, Jakob Graichen, Andreas Gruner, Rocio Montaña

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

© SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Av. San Jerónimo 458, 3er Piso  
Col. Jardines del Pedregal  
C.P. 01900, México, D.F.  
Tel.: 52 55 54902118  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda en México  
Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso  
Col. Bosque de Chapultepec  
C.P. 11580, México, D.F.  
Tel.: 52 55 91389991  
[www.conavi.gob.mx](http://www.conavi.gob.mx)







## NAMA de vivienda nueva



## RESUMEN EJECUTIVO

Las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) son mecanismos emergentes de mercado que permiten a las economías en desarrollo alinear el desarrollo sustentable con las prioridades económicas nacionales.

La NAMA de Vivienda Sustentable de México es la primera de su clase en el mundo. La NAMA mitiga emisiones en el sector de la vivienda al proveer financiamiento adicional para mejorar la eficiencia energética y disminuir el consumo de combustibles fósiles y del agua. Lo cual se logra a través de la implementación de eco-tecnologías, mejoras en el diseño arquitectónico y la utilización de materiales constructivos eficientes.

En el 2012, México adoptó medidas importantes para impulsar el desarrollo sustentable en el sector de la vivienda mediante la creación de capacidad técnica, el desarrollo de proyectos piloto y la coordinación de los actores clave y tomadores de decisiones en la Mesa Transversal de Vivienda Sustentable en México. Esto ha dado como resultado un fuerte avance hacia la implementación de la NAMA de Vivienda, tal como lo ha presentado México en la COP 17 en Durban, Sudáfrica. Se ha logrado avance en los siguientes rubros relevantes:

- 🌿 Desarrollo del software de simulación y de los parámetros comunes en coordinación con los actores clave nacionales e internacionales
- 🌿 Desarrollo de una metodología MRV y la implementación de competencias y marcos institucionales de apoyo
- 🌿 Lanzamiento de proyectos piloto en todo México

-  Fortalecimiento de capacidades a desarrolladores, industria y gobiernos locales
-  Desarrollo de una base de datos NAMA para rastrear el avance y desempeño
-  Desarrollo de esquemas financieros para apoyar la implementación de la NAMA

La NAMA que se discute en este documento es sólo uno de los numerosos mecanismos que se están desarrollando en México para impulsar la vivienda sustentable<sup>1</sup>.

Con objeto de dar cumplimiento a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018

- 22
-  Un "México Próspero" Para generar certidumbre económica y un entorno que detone el crecimiento de la productividad del país.
  -  Un "México con Responsabilidad Global" Para abrir oportunidades comerciales, defender los intereses e impulsar la cultura de México internacionalmente.

Así como los lineamientos establecidos en el Programa Nacional de Vivienda que buscan la realización de acciones que procuren una vivienda digna para los mexicanos, en un entorno urbano sustentable.

<sup>1</sup> [www.conavi.gob.mx](http://www.conavi.gob.mx)



## ¿Qué es la NAMA mexicana de Vivienda?

### ¿QUÉ ES LA NAMA MEXICANA DE VIVIENDA?

México ya ha emprendido acciones de manera unilateral en el sector de la vivienda mediante programas como 'Hipoteca Verde' y 'Ésta es tu casa'. Los dos programas otorgan financiamiento adicional o subsidio para cubrir el costo incremental de distintas medidas encaminadas a la reducción de consumo de energía eléctrica, gas y agua, como el aislamiento, calentador solar de agua y equipos, aparatos o accesorios de bajo consumo de energía y agua en viviendas nuevas. Además, México ha captado apoyo internacional mediante el desarrollo de actividades programáticas de MDL (PoA) para dirigir el financiamiento climático hacia el sector de la vivienda sustentable.

Después de que se desarrollaron el diseño técnico, el Sistema MRV y financiero, el concepto NAMA de vivienda sustentable ha entrado en su fase piloto. La NAMA amplía y expande el alcance de los programas en curso incrementando el número de viviendas energéticamente eficientes construidas y por ende reduciendo sus niveles de emisiones. Con este fin, México junto con actores de cooperación

internacional y nacional han desarrollado tres estándares de eficiencia energética<sup>2</sup> que los desarrolladores de vivienda pueden alcanzar y para los cuales los propietarios de viviendas pueden recibir apoyo. Estos son Eco Casa 1, Eco Casa 2, y Eco Casa Max, siendo este último el estándar más ambicioso.

A diferencia de programas mexicanos anteriores, que se han centrado en impulsar y medir el impacto de eco-tecnologías específicas y de manera aislada, la NAMA aborda la eficiencia energética en la construcción basándose en el 'desempeño integral de la vivienda'. Desde esta perspectiva, se fijan los estándares para la demanda total de energía primaria basada en el prototipo y la zona bioclimática. De ese modo, tanto los desarrolladores de vivienda como los propietarios de las mismas pueden elegir cualquier combinación de intervenciones que logren el nivel de eficiencia buscado.

<sup>2</sup> La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) ha apoyado el desarrollo de esta NAMA en nombre del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). También Environment Canada, el Reino Unido, y numerosos bancos de desarrollo han brindado apoyo técnico y financiero.

Tal enfoque tiene numerosos beneficios. Permite un sistema MRV sencillo y rentable que monitorea las mejoras en la eficiencia neta de una amplia gama de eco-tecnologías, diseños y materiales constructivos.

También permite a los actores clave encontrar la combinación más rentable de estas características en lugar de la 'elección arbitraria de los ganadores' por parte del gobierno. Además, el enfoque de modelo escalonado permite a los donantes invertir en actividades específicas que se alineen con sus prioridades de desarrollo, y da flexibilidad a los reguladores para incrementar la exigencia del programa con el tiempo.

Los niveles de eficiencia de la NAMA de Vivienda se combinarán 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.

24

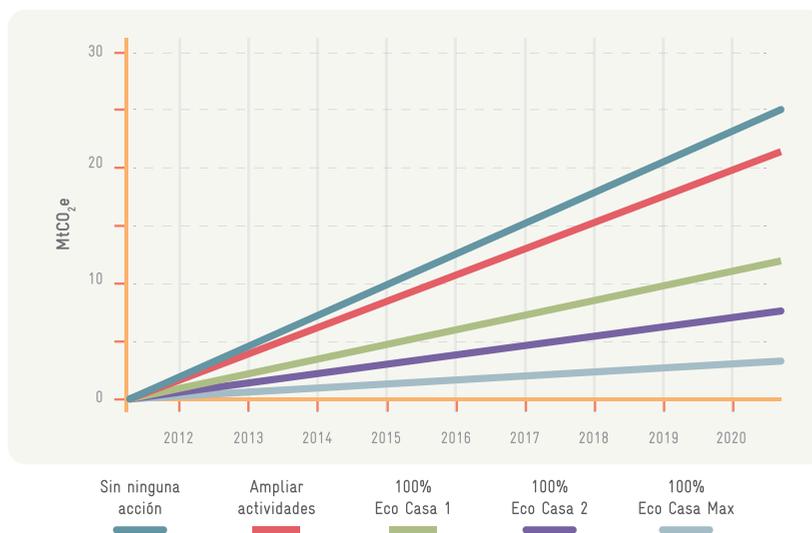
## POTENCIAL DEL PROGRAMA

Tomando en cuenta la tasa de crecimiento demográfico, se espera que para el 2050 México tenga aproximadamente 121 millones de habitantes. Se estima que México necesitará construir alrededor de 600,000 nuevas viviendas al año durante la próxima década. Debido al largo ciclo de vida de los edificios, las inversiones en el desarrollo sustentable hechas en la actualidad rendirán frutos en las décadas venideras, tanto desde la perspectiva económica como de la ambiental y la social. La siguiente sección muestra el alcance de las oportunidades que presenta la NAMA y los logros potenciales en eficiencia que serían posibles alcanzar.

## EL TAMAÑO DE LA OPORTUNIDAD

El crecimiento en el sector de la vivienda es impulsado por la presión demográfica conforme crece la población del país así como por la creciente prosperidad de la población menos privilegiada económicamente. De aquí al 2020, se construirán casi 5 millones de viviendas, que aportarán hasta 25 Mt CO<sub>2</sub> de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la huella de carbono del país en 2020.

Figura 1: Emisiones "vivienda nueva" en México bajo distintos escenarios de mitigación



Fuente: Point Carbon Thomson Reuters

## POTENCIAL DE EFICIENCIA DEL PROGRAMA NAMA

A través del Passivhaus Institut (Instituto alemán de la vivienda pasiva, PHI, por sus siglas en alemán) se calculó para México el balance de energía del 'desempeño integral de la vivienda', cuya escala se puede ajustar según el tamaño de unidad, basándose en las regiones bioclimáticas del país, para tres tipos de vivienda: vivienda unifamiliar aislada, vivienda unifamiliar adosada, y vivienda multifamiliar vertical. De igual forma, se desarrollaron para cada tipo de construcción y región climática, tres valores primarios o 'estándares' objetivo de eficiencia, denominados: Eco Casa 1, Eco Casa 2 y Eco Casa Max.

Eco Casa 1 representa el nivel de eficiencia si se adoptan todas las tecnologías apoyadas bajo el actual esquema de Hipoteca Verde.

Esto equivale al nivel de eficiencia energética alcanzado, por ejemplo, si se instala el aislamiento de 2.5cm en el techo y en una sola pared, así como pintura reflectiva, calentador de agua de paso, calentador solar de agua y una unidad de A/C eficiente, dependiendo de la región bioclimática.

Eco Casa 2 representa un nivel mayor de eficiencia que se logra al aislar todos los muros, instalar mejores ventanas, así como electrodomésticos altamente eficientes.

El Estándar de Eco Casa Max prevé la optimización de todas las medidas anteriores, incluyendo elementos pasivos, como partesoles, mayor aislamiento térmico, entre otras características de diseño para lograr una reducción de la demanda de energía primaria.

Tabla 1: Emisiones anuales que se evitaron en una vivienda de m<sup>2</sup> por tipo de construcción y zona climática, tCO<sub>2</sub>e

Casa Horizontal unifamiliar	Clima Caliente Seco	Clima Caliente Húmedo	Clima Templado	Clima Semi-Frío
Eco Casa 1	2.0	2.0	0.8	0.8
Eco Casa 2	2.7	3.5	0.9	0.8
Eco Casa Max	3.0	4.0	1.0	1.0
Casa Horizontal unifamiliar				
Eco Casa 1	1.7	2.0	0.9	0.8
Eco Casa 2	2.2	2.7	1.2	1.0
Eco Casa Max	2.6	4.0	1.2	1.1

El propósito de las opciones técnicas resumidas arriba es únicamente descriptivo; los propietarios de viviendas no necesitan instalar todas las tecnologías mencionadas arriba. Para ser elegibles para el financiamiento de la NAMA, los actores clave deben alcanzar el nivel de eficiencia energética que representan dichas tecnologías, pero pueden utilizar cualquier combinación de sus características. En otras palabras, la elegibilidad se determina por medio de la demanda energética total de la vivienda y no por las tecnologías específicas usadas.

## RESULTADOS ESPERADOS Y SIGUIENTES PASOS

Los programas de vivienda sustentable que existen en México apoyan solamente un segmento restringido del mercado de viviendas nuevas, y los niveles de eficiencia alcanzados se aproximan al estándar de la *Eco Casa 1* descrito. La NAMA es un instrumento clave que el gobierno mexicano está desarrollando para ampliar y mejorar las iniciativas existentes, tanto en lo referente a la penetración de mercado como al nivel de eficiencia. Esto podría dar lugar a otros 2 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas al año.

Para lograr los niveles deseados de penetración y escalamiento, se necesitan fondos adicionales más allá de los que el gobierno mexicano tiene capacidad de aportar de forma unilateral. El financiamiento climático y los donantes internacionales tienen un papel clave y su participación en la NAMA puede usarse para promover la inversión privada, una fuente de fondos crucial si el programa ha de alcanzar su potencial completo.

La NAMA crea las pautas técnicas, las estructuras financieras y la infraestructura de informes que se necesitan para atraer y fomentar otros financiamientos en apoyo al desarrollo sustentable. Los donantes y los inversionistas interesados se pueden involucrar con esta NAMA a través de una gama de opciones, desde el apoyo a acciones directas (viviendas con cierto estándar de eficiencia) como indirectas (creación de capacidades técnicas e institucionales).

Se ha logrado un gran hito en el 2012 al comenzar una implementación piloto que consta 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 participan ocho desarrolladores de vivienda distintos además de OREVI. Las viviendas son de diferentes tipos y presentan distintas características de diseño, de materiales y de eco-tecnologías. Los proyectos piloto ofrecen una oportunidad para los gobiernos, los desarrolladores locales y los donantes internacionales para demostrar el valor y el potencial del concepto de la NAMA de Vivienda Sustentable. Además, se recabarán datos empíricos de rendimiento, los cuales se podrán usar para calibrar los modelos de simulación así como fuentes de información a considerar para toma de decisiones sobre la política y el financiamiento.

## FINANCIAMIENTO DE LA NAMA

Para los donantes e inversionistas interesados en apoyar de manera directa nuevas viviendas energéticamente eficientes, se está estableciendo un 'Fondo NAMA' como recipiente de los fondos de donantes, ya sea en forma de créditos blandos o de subsidio. Mientras se está implementando este fondo, los donantes pueden asociarse directamente con CONAVI y, mediante la Mesa Transversal, se decidirá la asignación óptima de los recursos. El financiamiento proporcionado para la NAMA se canalizará tanto para el lado del suministro como el de la demanda del mercado de vivienda. Se proveen o suscriben los créditos puente para los desarrolladores de vivienda a fin de apoyar en la fase de construcción, y se ofrecen subsidios o créditos blandos a los compradores de viviendas para incentivar la compra de las viviendas NAMA.

Los donantes que deseen brindar apoyo indirecto pueden otorgar financiamiento crucial que permitirá al gobierno mexicano contar con los medios para llevar a cabo directamente las acciones administrativas y de apoyo o bien, por medio de las iniciativas de colaboración bilateral.

Éstas incluyen la creación de capacidades a nivel federal y local facilitando servicios de capacitación profesional a los reguladores y verificadores, así como la creación y el mantenimiento de los marcos para monitoreo y entrega de informes. Se estima que se necesitarán aproximadamente 12 millones de USD en subsidios entre 2012 y 2016 para financiar las acciones de mitigación 'indirectas' de la NAMA.

Como lo ilustran los ejemplos de paquetes, los donantes dispondrán de una flexibilidad significativa para ajustar la escala de cobertura (número de viviendas) y el nivel de eficiencia (Eco Casa 1, Eco Casa 2 y Eco Casa Max) de apoyo, así como dirigir sus donaciones hacia las medidas directas y/o indirectas, según sus necesidades, mandato y preferencias.

Tabla 2: Elementos principales del diseño de la NAMA de Vivienda

Punto	Descripción
Sector	Sector de construcción.
Subsector	Viviendas nuevas (1a fase), principalmente para las familias de bajos ingresos, potencialmente para las viviendas de mediano ingreso.
Límite NAMA	El país entero.
Medidas y actividades con impacto directo en la reducción de emisiones de GEI	Introducción de una clase de estándares ambiciosos de reducción del consumo de energía primaria. La construcción de viviendas según el nivel del estándar se incentiva mediante un sistema de promoción financiera escalonada.
Medidas y actividades con impacto indirecto en la reducción de emisiones de GEI	Acciones de apoyo para la implementación de la NAMA, operación y soporte al proceso de una transformación más amplia en el sector de construcción habitacional: introducción de requisitos de eficiencia energética en el sistema legal y en el proceso de autorización, capacitación de urbanistas, arquitectos, asesores energéticos, fabricantes, y la creación de proyectos modelo.
Co-beneficios	Además de reducir GEI, la NAMA de Vivienda Sustentable proveerá numerosos beneficios a la sociedad mexicana, incluyendo: ahorros económicos en las viviendas, reducción de subsidios eléctricos, creación de empleos verdes, mejoras en la calidad del aire, aumento del confort y salud de espacios vitales.

<b>Marco de tiempo del NAMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación: 2010-2011</li> <li>- Implementación: 2012-2016 (primera fase),</li> <li>- Segunda fase por programarse</li> </ul>
<b>Cronograma de implementación de la NAMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2012 y 2013: se centran casi exclusivamente en Eco Casa 1</li> <li>- 2014 y 2015 se prevén algunas viviendas Eco Casa 2.</li> <li>- Se considera Eco Casa Max en cantidades reducidas para proyectos piloto</li> </ul>
<b>Los costos de operación de la NAMA (medidas de apoyo)</b>	11 650 000 USD
<b>Tipo de NAMA</b>	El marco de la NAMA que consiste en componentes unilaterales y apoyados.
<b>Tipo de apoyo requerido bajo la NAMA</b>	Financiero, técnico, y creación de capacidades.



**NAMA**

de vivienda  
nueva



# 1 Introducción

Las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), son mecanismos de mercados emergentes, que permiten a las economías en desarrollo alinear su desarrollo sustentable con sus prioridades estratégicas y económicas nacionales.

La NAMA de Vivienda Nueva en México, a la que denominaremos en adelante NAMA de Vivienda, es la primera de su tipo a nivel mundial. La NAMA mitiga las emisiones en el sector residencial al proporcionar financiamiento suplementario para mejorar la eficiencia de las viviendas en cuanto al consumo de energía eléctrica, gas y agua.

Estas mejoras se logran por medio de la implementación de eco-tecnologías, las mejoras en el diseño arquitectónico y el uso de materiales de construcción eficientes. En el 2012, México dio pasos importantes para el avance del desarrollo sustentable en el sector vivienda, por medio de la creación de capacidades técnicas, el desarrollo de proyectos piloto y la coordinación de los actores clave en la 'Mesa Transversal'. El resultado ha sido un fuerte progreso hacia el despliegue de la NAMA de Vivienda, tal y como la presentó México en la COP 17 en Durban, Sudáfrica.

La NAMA, que aquí se presenta, es uno de los mecanismos desarrollados por México para promover la Vivienda Sustentable<sup>3</sup>, aunado a acciones unilaterales ya emprendidas dentro del sector residencial, a través de programas tales como 'Hipoteca Verde' y 'Ésta es tu casa'. Ambos programas proporcionan financiamiento adicional o subsidio para cubrir los costos incrementales de distintas medidas encaminadas a la reducción de consumo de energía eléctrica, gas y agua, como el aislamiento, calentador solar de agua y equipos, aparatos o accesorios eficientes en viviendas nuevas. Es más, México ha obtenido apoyo internacional por medio del desarrollo de actividades programáticas del MDL (PoA), para canalizar el financiamiento climático hacia el sector de la vivienda sustentable.

No obstante, dichos programas únicamente brindan apoyo a un segmento limitado del mercado de la vivienda nueva y sólo logran niveles modestos de eficiencia.

El concepto de la NAMA de Vivienda, que ya entró a su fase piloto, amplía y expande el alcance de estas actividades, aumentando el número de viviendas construidas con eficiencia energética y mejorando su desempeño en cuanto a emisiones.

Con este fin, México junto con actores de cooperación internacional y nacional<sup>4</sup> han desarrollado tres estándares de rendimiento que los desarrolladores de vivienda pueden lograr y por los cuales, los propietarios de las viviendas pueden recibir apoyo. En orden ascendente en cuanto al nivel de eficiencia, éstas son: EcoCasa 1, EcoCasa 2 y la EcoCasa Max.

A diferencia de programas mexicanos anteriores, que se han enfocado en la promoción y la medición del impacto de eco-tecnología específico, la NAMA aborda la eficiencia energética con base en el "desempeño integral de la vivienda". Desde esta perspectiva, los prototipos de eficiencia se fijan para una demanda de energía primaria total, basada en el tipo de construcción y de clima. Los desarrolladores y los propietarios de las viviendas podrán emplear cualquier combinación de medidas que logren el nivel de eficiencia meta. De igual forma, los propietarios serán capaces de comparar las viviendas, basándose en la eficiencia prolongada de agua, gas y electricidad por medio del sistema de certificados energéticos.

Dicho enfoque cuenta con un sinnúmero de beneficios. Permite un sistema MRV simple y costo-eficiente que captura las mejoras de eficiencia neta de un amplio rango de eco-tecnologías, diseños de edificación y materiales de construcción. Así mismo, permite a los actores encontrar la combinación más costo-eficiente de estas características, en vez de que sea el gobierno el que 'asigne a los ganadores'.

<sup>4</sup> La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) ha apoyado el desarrollo de esta NAMA en nombre del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). También Environment Canada, el Reino Unido, y numerosos bancos de desarrollo han brindado apoyo técnico y financiero.

<sup>3</sup> www.conavi.gob.mx

Así mismo, el enfoque de prototipos por niveles de eficiencia, permite a los donantes emprender actividades específicas que se alineen con sus prioridades de desarrollo y proporciona flexibilidad a los reguladores, para aumentar la exigencia de sus programas conforme el tiempo.

Para poder lograr el nivel deseado de penetración y de escalamiento, se requieren de fondos adicionales más allá de los que puede aportar, unilateralmente, el gobierno mexicano. El financiamiento climático y los donantes internacionales tienen un papel primordial a desempeñar y su involucramiento con la NAMA puede utilizarse para apalancar la inversión privada, una fuente de fondos crítica si es que el programa ha de lograr su pleno potencial.

La NAMA crea el diseño técnico, las estructuras financieras y la infraestructura de reportes, necesarios para atraer y apalancar fondos adicionales en apoyo al desarrollo sustentable. Los donantes y los inversionistas interesados pueden involucrarse con esta NAMA, a través de un rango de opciones al apoyar tanto las acciones directas (viviendas con cierto estándar de eficiencia) como las indirectas (fortalecimiento de capacidades técnicas e institucionales).



## 2 Panorama general del sector de la vivienda en México

## 2.1 RELEVANCIA DEL SECTOR

Tomando en cuenta las tasas de crecimiento demográfico, para el 2050, México tendrá una población estimada de 121 millones de habitantes. Para la tercera década de este siglo, México tendrá cerca de 40 millones de viviendas. Se estima que, esto requerirá la construcción de cerca de 11 millones de casas nuevas entre hoy y el 2030; y 9 millones de casas adicionales requerirán de remodelación parcial, o total durante el mismo período.

Dentro del contexto de controlar las emisiones y de lograr las metas económicas, el sector de la vivienda ha sido identificado por el Gobierno, como una oportunidad clave para abordar las necesidades de desarrollo y de crecimiento nacional, de una manera sustentable y responsable. Las viviendas son las responsables de, aproximadamente, un 7% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), representando a nivel nacional 49 MtCO<sub>2</sub> por año.

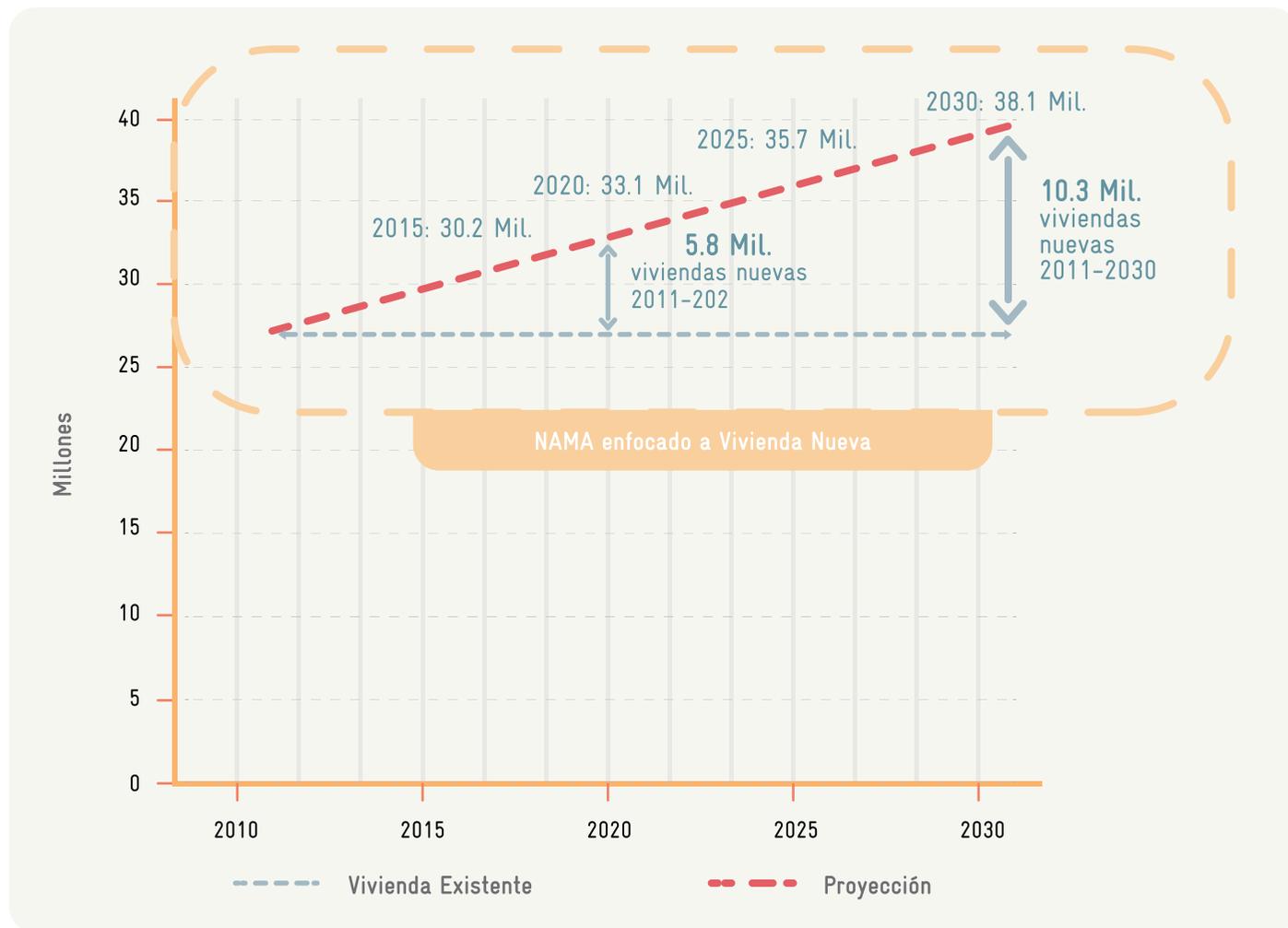
34

El prolongado ciclo de vida de una vivienda – mínimo 30 años – contribuye al alto potencial de mitigación de las emisiones GEI dentro del sector vivienda. Hoy en día, los reguladores, los desarrolladores y las instituciones financieras cuentan con la oportunidad de cambiar los incentivos a los beneficiarios o propietarios de viviendas y los estándares de construcción para incluir y promover el despliegue de la implementación de tecnologías eficientes en cuanto a energía y agua, incluyendo características de diseño 'pasivas', reduciendo el consumo total de energía de la construcción.

Esta acción dentro del sector vivienda es parte de una iniciativa mexicana mucho más amplia, para promover el desarrollo urbano sustentable, que incluye acciones unilaterales, actividades MDL (Mecanismo para el Desarrollo Limpio) programáticas y proyectos NAMA. La meta es la de comenzar con viviendas nuevas, y continuar con el programa de viviendas existentes, incluyendo el transporte, agua, residuos, uso del suelo y otros servicios urbanos críticos<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Para mayores detalles acerca de la estrategia de México en el sector de vivienda, ver Vivienda Sustentable en México, CONAVI, Noviembre 2011.

Figura 3: Crecimiento proyectado para el sector de la vivienda en México



## 2.2 ACTORES PRINCIPALES EN EL MERCADO DE LA VIVIENDA

El sector de la vivienda en México involucra a un rango de actores clave, incluyendo las instituciones financieras del sector público y privado, los desarrolladores y los consumidores. También existen dos segmentos distintos del mercado: el mercado hipotecario, que da servicio a los propietarios individuales; y el mercado para los desarrolladores, que financia la construcción de la vivienda.

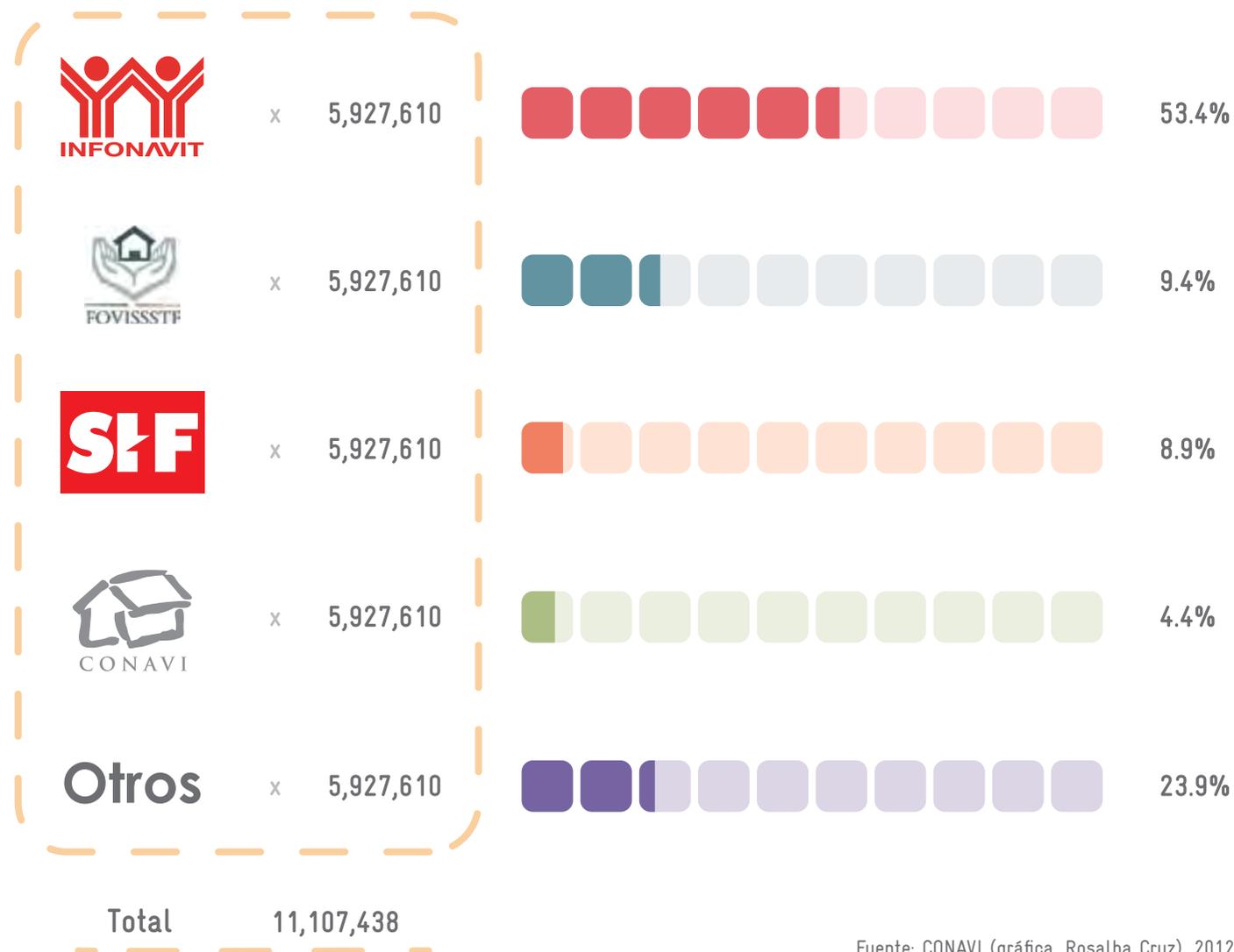
De acuerdo con la Ley de Vivienda, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) es la encargada de coordinar los esfuerzos del sector. CONAVI ha estado trabajando con el fin de institucionalizar responsabilidades y esfuerzos para poder implementar la vivienda sustentable como política. Este trabajo ha sido organizado a través de la "Mesa Transversal", un Comité Multilateral para la vivienda sustentable en México promovido y coordinado por la CONAVI desde el 2012. La Mesa Transversal está conformada por un grupo de expertos de instituciones nacionales e internacionales provenientes de las esferas industrial, regulatoria y académica, interesados en el desarrollo de la vivienda sustentable y que participan en reuniones de coordinación regulares. Este comité, no sólo comparte recursos, sino que coordina acciones para evitar problemas potenciales, diseños incompatibles y traslapes de esfuerzos o acciones.

El mercado de las hipotecas está dominado por dos grandes fondos públicos para la vivienda, ambos tienen más de 30 años de antigüedad, y son los que proporcionan esquemas de ahorro, a largo plazo, basados en contribuciones obligatorias. El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), que da servicio a los empleados del sector privado y el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), para los empleados del sector público. Ambos recaudan el 5% de los salarios de los empleados que retiene el patrón en la fuente de trabajo, por medio de cuentas de ahorro individuales. La Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) es un banco paraestatal de

desarrollo hipotecario y actúa dentro del mercado secundario de hipotecas.

Además de proporcionar hipotecas para la vivienda, las instituciones federales también proporcionan subsidios públicos, en forma directa, a personas de bajos ingresos para viviendas económicas, a través de la CONAVI y FONHAPO.

Figura 4: Número de Créditos Financieros para Viviendas nuevas, otorgados por Instituciones Financieras en México 1973-2012<sup>6</sup>



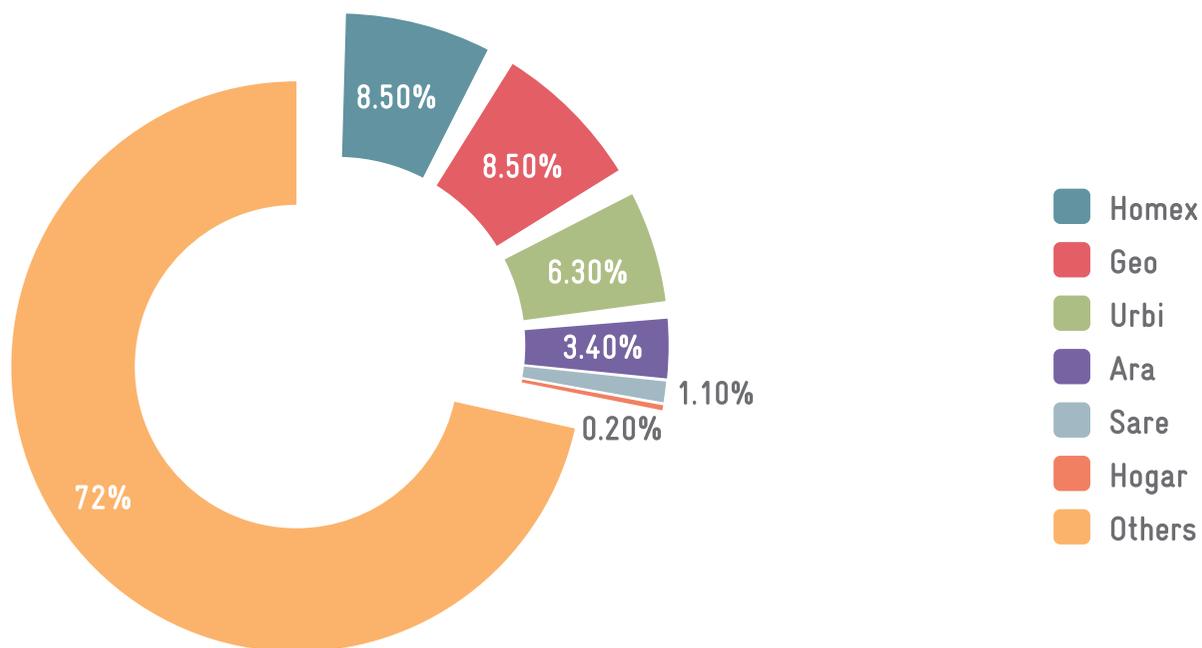
37

Fuente: CONAVI (gráfica, Rosalba Cruz), 2012

<sup>6</sup> CONAVI 2011

El desarrollo de vivienda, es un negocio robusto y competitivo en México. En el 2010, participaron cerca de diez grandes desarrolladores y alrededor de 2,000 pequeños y medianos desarrolladores construyendo de forma activa, unidades y conjuntos habitacionales.

Figura 5: Participación del mercado residencial de vivienda nueva por desarrollador en México 2010<sup>7</sup>



Antes de iniciar su construcción, todas las casas nuevas se registran en el Registro Único de Vivienda (RUV) donde se les da seguimiento hasta su venta. El RUV refleja el número total, las características y la ubicación de las viviendas, construidas y financiadas a través de hipotecas individuales otorgadas por el INFONAVIT y FOVISSSTE.

## 2.3 FINANCIAMIENTO PARA EL SECTOR DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

Las reformas financieras, así como los esfuerzos de México para la creación de capacidades durante la última década, han solidificado y estabilizado el sector financiero, como se demostró durante la reciente crisis global financiera.

La limitada exposición al riesgo de las divisas extranjeras, la relativa baja dependencia de los fondos al mayoreo, y la fuerte liquidez, dejaron a los bancos comerciales mexicanos, en una posición bastante cómoda para poder afrontar los efectos negativos de la crisis financiera europea. Como medida precautoria, desde el gobierno se han reforzado las regulaciones, así como la supervisión de las subsidiarias de los bancos extranjeros, incluyendo límites en la distribución de dividendos (para evitar la erosión del capital) y los préstamos relacionados a las partes.

El sector de las hipotecas está segmentado dependiendo si el individuo es un trabajador público o privado, así como por el valor total de la hipoteca. INFONAVIT y FOVISSSTE canalizan las contribuciones obligatorias a créditos directos de vivienda para sus agremiados. INFONAVIT es responsable de proporcionar hipotecas a los empleados del sector privado, mientras que el FOVISSSTE sirve a los trabajadores del sector público.

La mayor parte de las hipotecas en el país, se origina de estas dos instituciones, sobretudo del INFONAVIT que, en el 2010, y por sí solo, financió cerca de 475,000 viviendas. Juntos, el INFONAVIT (con una cartera de préstamos de 47 mil millones USD) y el FOVISSSTE (con una cartera de préstamos de 9 mil millones USD), conforman cerca de dos terceras partes del mercado hipotecario. Actualmente,

INFONAVIT es el único banco que incentiva financieramente las prácticas de construcción eficientes en energía, a través del programa de Hipoteca Verde, que se inició en el 2007, con el objetivo de mejorar la eficiencia del aire acondicionado, la iluminación y calentamiento de agua.

Los bancos comerciales también proporcionan fondos para el sector vivienda; su participación es de cerca de una cuarta parte de la cartera total de préstamos hipotecarios, y también han logrado aumentar su participación en el mercado, proporcionando co-financiamiento al INFONAVIT y al FOVISSSTE. La banca comercial, también sirve a los desarrolladores de viviendas, proporcionando créditos puente para el financiamiento de nuevos desarrollos habitacionales.

Las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFULES) y las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (SOFOMES), son instituciones de crédito privadas, no-bancarias, con licencia para prestar a sectores particulares. Las SOFOLES y SOFOMES, juegan un papel muy importante en préstamos a los consumidores que no están cubiertos por el INFONAVIT, ni por el FOVISSSTE, o que desean financiar una hipoteca, con un valor más alto del monto ofrecido como máximo por las instituciones públicas. SHF se encuentra dentro del mercado secundario de hipotecas, no presta, en forma directa a compradores de casas, pero sí presta a instituciones que se especializan en el sector hipotecario. SHF proporciona préstamos a SOFOLES y a SOFOMES, así como a instituciones de micro financiamiento. SHF también capitaliza a entidades financieras para viviendas, en particular a SOFOLES y a SOFOMES, ya que varios de ellos han tenido dificultades en capital.

Para los desarrolladores de vivienda, los fondos se originan, primordialmente, de los bancos del sector privado, del mercado bursátil y de las SOFOLES.

## 2.4 POLÍTICA PÚBLICA DE VIVIENDA DENTRO DEL CONTEXTO DEL CLIMA

En apoyo a las metas del Plan Nacional de Desarrollo, 2007-2012, en el 2007 CONAVI inició el Programa Nacional de Vivienda (PNV) para el 2008-12, 'Hacia el Desarrollo de la Vivienda Sustentable'. El PNV, fijó un plan agresivo para construir seis millones de viviendas hasta el 2012, de las cuales un millón de ellas incluyeron medidas de sustentabilidad. En el PNV se plantearon cuatro objetivos principales:

-  Aumentar el acceso al financiamiento de vivienda, particularmente a familias de bajos ingresos.
-  Promover el desarrollo de la vivienda sustentable.
-  Consolidar el sistema de la vivienda nacional por medio de mejoras a la gestión pública.
-  Consolidar el apoyo del gobierno federal para el financiamiento de la vivienda sustentable para la población de bajos ingresos.

Considerando la importancia de las líneas de acción generadas el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y el Programa Nacional de Vivienda, establecen las bases hacia la consolidación de la vivienda sustentable en México. Es de esta manera que, a través de la coordinación interinstitucional, la SEDATU implementará la Política Nacional de Vivienda mediante un conjunto de acciones que procuren una vivienda digna para los mexicanos, en un entorno urbano sustentable, reduciendo el rezago de manera responsable hacia un México próspero con responsabilidad global.

La sustentabilidad del sector de la vivienda, en sus ejes social, económico y ambiental, es una clara prioridad para

el gobierno mexicano la SEDATU y la CONAVI. El PNV citado, promovió la diseminación de eco-tecnologías, además del desarrollo y la implementación de normas y regulaciones para estandarizar los criterios, con el fin de avanzar hacia una vivienda sustentable y de alta calidad.

El PNV también promovió los subsidios y las hipotecas verdes, tal y como se describe en la sección 2.5. La CONAVI ha dado inicio a varios programas piloto de capacitación diseñados para la concientización general en cuanto a los beneficios de la vivienda sustentable.

## POLÍTICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO

México ya ha iniciado acciones para abordar el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Dos iniciativas clave al respecto, son el PECC que se inició en el 2009, y la Ley General para el Cambio Climático, que entró en vigor el 10 de octubre del 2012.

El PECC terminó exitosamente su fase del 2009-2012, y ya estableció, para el 2013-2020, un plan de reducción de emisiones en más de 125 millones de toneladas al año para el 2020, considerando una proyección de cerca de 880 millones de toneladas en caso de que se mantuvieran las mismas actividades. Esta ambiciosa agenda se implementará por medio de mejoras en la eficiencia, el uso de suelo y la implementación de renovables en distintos sectores económicos.

La Ley General para el Cambio Climático crea un mandato legislativo para la transición hacia una economía competitiva y sustentable con bajas emisiones de carbono que generará beneficios ambientales, sociales y económicos. La ley obliga al establecimiento de una Política Nacional para la Mitigación del Cambio Climático, con el fin de promover la salud y la seguridad en la población, por medio del control y la reducción de emisiones.

La ley también prevé acciones de adaptación dentro del ordenamiento ambiental del territorio, los asentamientos humanos y las áreas urbanas, pero identifica la reducción de la demanda, es decir, la eficiencia, como una línea de acción prioritaria.

Así mismo, dicha Ley establece un Fondo con el propósito de recaudar y canalizar recursos públicos y privados, tanto de fuentes internacionales como de nacionales, en apoyo a la implementación de acciones para confrontar el cambio climático. El fondo puede capitalizarse vía fondos federales y públicos, donativos, contribuciones de gobiernos extranjeros y ONG's internacionales; así como sanciones por incumplimiento y el valor de las reducciones de emisiones generadas dentro de México.

La NAMA para la Vivienda está alineada y es complemento tanto del PECC, como de la Ley General para el Cambio Climático. El Fondo que se describe dentro de dicha Ley podría utilizarse para financiar el despliegue tecnológico y la construcción de capacidades. Así mismo, la implementación de la NAMA, impulsaría metas clave estipuladas dentro de la Ley, incluyendo:

-  La promoción de patrones de consumo y de una producción sustentable a través de la economía.
-  La promoción de prácticas de eficiencia energética, particularmente en bienes raíces y en los activos de las agencias y entidades operadas por gobiernos federal, estatales, y locales.
-  La redacción, ejecución y acatamiento de los planes de desarrollo urbano que contengan criterios de eficiencia energética de mitigación de emisiones directas e indirectas.

-  La emisión de disposiciones normativas con el objetivo de regular la construcción de viviendas sustentables, incluyendo el uso de materiales ambientalmente amigables

## EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

CONAVI ha desarrollado un modelo normativo voluntario: el "Código de Edificación de la Vivienda" (CEV) que incluye regulación y estándares de eficiencia energética, así como directrices de sustentabilidad existentes para la vivienda. No obstante, la CONAVI es una dependencia federal, y los códigos y reglamentos de construcción se establecen y son puestos en operación a nivel municipal y estatal. De aquí que, dicha dependencia no puede obligar ni la adopción, ni la implementación de sus recomendaciones. Por lo tanto, en la actualidad, el CEV únicamente sirve como código modelo. Con el propósito de apoyar su adopción, CONAVI, INFONAVIT, y SHF operan el "fondo de competitividad", un fondo asignado para promover los códigos de sustentabilidad y los programas de desarrollo urbano.

Las actuales Normas de Rendimiento Mínimo Energético (MEPS, por sus siglas en inglés) en México, corresponden a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son obligatorias, y a las Normas Mexicanas (NMX), de carácter voluntarias. En el 2009, el Programa Nacional de Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), fijó la meta de incluir a todas las NOMs de ese entonces, dentro de los reglamentos de construcción para el 2012.

Además, el PRONASE está promoviendo la instalación estándar del aislamiento térmico en viviendas que se encuentren en zonas climáticas que lo requieran. La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE, también apoya la implementación de MEPS y la instalación del aislamiento térmico. Las normas obligatorias actuales relacionadas con la eficiencia energética en la vivienda son:

-  Norma para el Aislamiento Térmico, NOM-018-ENER-1997.
-  Norma para la Envolvente en la Construcción Residencial, NOM-020-ENER-2011.
-  Retiro, por fases, de los focos ineficientes (incandescentes), NOM-028-ENER-2010.
-  Normas para la eficiencia energética de aparatos electrodomésticos (cerca de 20 Normas).

compradores de las viviendas. Para poder ser elegibles, los desarrolladores deben cumplir con un juego de criterios mínimos en cuanto a medidas de sustentabilidad y eficiencia energética. Los subsidios de CONAVI, están condicionados y diferenciados a dichas medidas que se instalen en las viviendas y desarrollos. Se espera que el volumen de subsidios asignados durante el 2011 alcance los 376 millones de USD, con 677 millones de USD para el 2012.

42

A pesar de estas iniciativas, hay una baja tasa de inclusión de las Normas dentro de los reglamentos de construcción a nivel estatal y municipal. Y aun cuando se incluyan, la verificación y la puesta en marcha de los estándares de eficiencia son insuficientes. Por lo tanto, existe la necesidad de ampliar la cobertura de la eficiencia energética dentro de los reglamentos de construcción y de aumentar su vigilancia y aplicación, siendo esto uno de los objetivos de la NAMA.

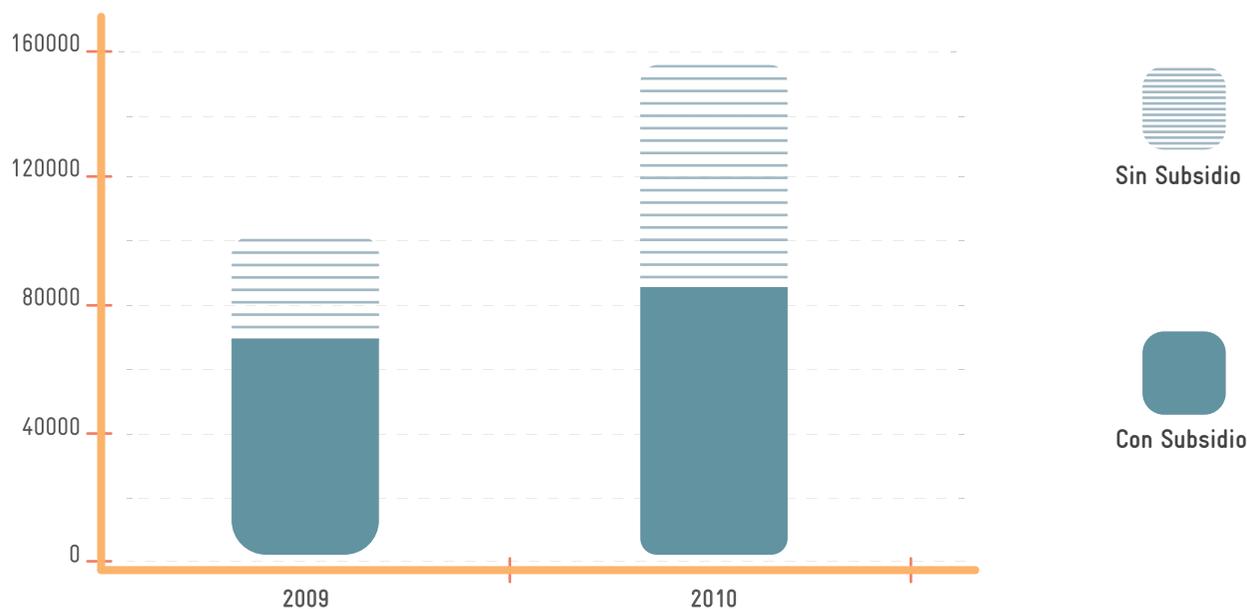
El Fondo de competitividad, consiste en recursos asignados por CONAVI, INFONAVIT y SHF, para promover los reglamentos sustentables y los programas de desarrollo urbano

## 2.5 INICIATIVAS DE SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA EN EL SECTOR

Además de proponer códigos de construcción, CONAVI ha desarrollado políticas y programas para desarrollar las condiciones de mercado adecuadas en apoyo a los sectores más desfavorecidos de la sociedad mexicana. Su programa 'Ésta es tu casa'<sup>8</sup> proporciona un subsidio federal a familias de bajos ingresos, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de sus hogares. Con 'Ésta es tu casa', CONAVI proporciona subsidios a través de los desarrolladores de vivienda para poder bajar la deuda hipotecaria de los

<sup>8</sup> <http://www.conavi.gob.mx/programas-estrategicos/tu-casa>

Figura 5: Número de hipotecas verdes ofrecido por INFONAVIT, 2009 - 2010



Fuente: CONAVI 2010

INFONAVIT ofrece 'hipotecas verdes' que proporcionan créditos adicionales al comprar una casa nueva con tecnologías sustentables y de eficiencia energética; tales como calentadores solares de agua, LFCs, WC y llaves ahorradoras de agua y aislamiento térmico, entre otras.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> <http://portal.infonavit.org.mx/wps/portal/OFERENTES%20DE%20VIVIENDA/Cual%20es%20tu%20actividad/Desarrollar%20vivienda/hipoteca%20verde>

## 2.6 COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL SECTOR DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

Cada vez más, México ha sido capaz de atraer el apoyo internacional para sus programas de sustentabilidad dentro del sector de la vivienda.

De este modo, tanto el Banco Mundial, como el Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID), han acordado apoyar varias iniciativas en México que abordan el cambio climático. A la fecha, su apoyo se ha enfocado en el reforzamiento de los esfuerzos de las autoridades nacionales para reducir la huella de carbono de México y promover la instalación de medidas energéticamente eficientes como la iluminación, aislamiento y electrodomésticos.

El Banco Mundial no está financiando la vivienda verde directamente. En vez de ello, el grupo ha contribuido con mil millones de USD a SHF, que capitaliza a otras financieras para la vivienda y está considerando mil millones de USD adicionales. Así mismo, ha estado apoyando la implementación, cada vez mayor, de renovables (tales como la energía eólica) y promoviendo la instalación de iluminación y electrodomésticos eficientes, así como de otros equipos eléctricos por medio de un financiamiento de 250m USD del Fondo para las Tecnologías Limpias (CTF, por sus siglas en inglés). El Banco también apoya las reformas regulatorias bajo el Programa Especial para el Cambio Climático (PECC), iniciado por el gobierno mexicano, a través de un préstamo de 401m USD del Préstamo para el Rendimiento de Bajo Carbono (PDL, por sus siglas en inglés).

Además de brindar apoyo a SHF con 2.5 mil millones USD, el BID está trabajando, junto con KfW, para dar asistencia al programa EcoCasa, que se describe a continuación, con un préstamo del Clean Technology Fund (CTF) de 50m USD y un préstamo directo del BID de 50m USD. Así mismo, el BID tiene la intención de otorgar a SHF un préstamo CTF adicional por 50m USD, para dar a los desarrolladores y a las compañías constructoras un incentivo para diseñar y producir viviendas energéticamente eficientes.

El Ministerio Federal Alemán para el Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear (BMU), ha proporcionado fondos disponibles, a través de INFONAVIT, para la vivienda sustentable en México. Siguiendo el modelo exitoso del programa de Incentivos del Mercado Alemán, los subsidios se otorgan para cubrir una parte del costo de inversión de hasta 25,000 calentadores solares de agua, instalados entre el 2009 y el 2012. Dichos incentivos se ofrecieron a través del programa de Hipoteca Verde y demuestran cómo es que los donantes e inversionistas internacionales pueden inducir el escalamiento y la penetración de las eco-tecnologías a través del apoyo a las iniciativas existentes.<sup>10</sup>

### 2.6.1 ACCIONES DE APOYO ESPECÍFICAS PARA LA NAMA DE VIVIENDA

Además de los apoyos descritos para el desarrollo de vivienda sustentable en México, existen varias iniciativas que tienen como meta específica apoyar a la NAMA de Vivienda. Esta sección cubre los muchos esfuerzos de co-financiamiento que ya están proporcionando asistencia a la NAMA.

#### PROGRAMA ECOCASA

##### Aproximadamente 168 millones de EUR, 2012-2019

El Programa de EcoCasa es, actualmente, el mayor esfuerzo dando apoyo directo a los esfuerzos del gobierno mexicano para desarrollar un sector de vivienda sustentable. El Programa combina los fondos de BMZ, KfW, el CTF, el BID, y del Centro para la Inversión Latinoamericana (LAIF, por sus siglas en inglés) de la Comisión Europea.

El Programa es una cooperación con SHF, que ofrece incentivos financieros para los desarrolladores, tales como créditos puente de bajo costo, además de proporcionar hipotecas verdes y donativos a los compradores de vivienda. La meta de inversión actual es de cerca de 27,000 viviendas Eco Casa, 1,800 viviendas tipo Eco Casa Max.

<sup>10</sup> Para más detalles ver [www.infonavit.org.mx](http://www.infonavit.org.mx)

EcoCasa, también proporciona fondos para la creación de capacidades técnicas, por medio de un programa conjunto con SHF, que proporciona capacitación y guía para los desarrolladores de vivienda.

## PROGRAMA DE ENERGÍA SUSTENTABLE PARA MÉXICO

7 millones EUR, 2009-2013 y 6 millones EUR, 2013-2017

GIZ y GOPA continúan proporcionando asistencia técnica a CONAVI, INFONAVIT, SENER y CONUEE sobre el tema de energía sustentable en el sector vivienda. Estos trabajos se han realizado bajo el Programa de Energía Sustentable, financiado por el Ministerio Federal Alemán para la Cooperación Económica y el Desarrollo (BMZ). El programa tiene múltiples objetivos para el desarrollo de capacidades:

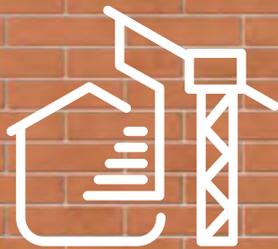
-  Desarrollar un sistema de clasificación para el rendimiento de la energía y del agua (Sistema de Evaluación de Vivienda Verde, SISEVIVE) en viviendas financiadas por INFONAVIT;
-  Mejorar el nivel de eficiencia y de penetración del programa de Hipoteca Verde;
-  Implementar las directrices de energía sustentable en los reglamentos de construcción a nivel estatal y municipal;
-  Desarrollar un sistema de prototipos para construcciones de la administración pública federal;
-  Proporcionar capacitación a las autoridades locales en cuanto a las regulaciones para la construcción de viviendas sustentables.

## PROGRAMA MEXICANO-ALEMÁN PRONAMA EUR 7 millones EU, 2011-2015

El Ministerio Federal Alemán para el Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear (BMU), ha comisionado a la GIZ para brindar asistencia en el desarrollo de la NAMA en México, bajo el Programa Mexicano-Alemán para la NAMA (ProNAMA).

La meta del ProNAMA, es proporcionar apoyo técnico a SEMARNAT y a CONAVI, con el fin de desarrollar una NAMA a gran escala para reducir las emisiones GEI en el sector vivienda, en las pequeñas y medianas empresas, y en el sector transporte, con un enfoque especial en las pequeñas empresas privadas ("hombres-camión"). Para lograr dicho fin, GIZ y sus contrapartes, apoyan el desarrollo de los diseños técnicos y los sistemas MRV para estas NAMAs, incluyendo la creación de capacidades institucionales y técnicas. Así mismo, el ProNAMA asiste en el desarrollo de mecanismos que puedan financiar la implementación de la NAMA y ayudar a SEMARNAT y a CONAVI a procurar co-financiamiento internacional adicional.





**NAMA**

de vivienda  
nueva



## 3 Barreras para la Vivienda Baja en Carbono en México

México enfrenta muchas barreras para la implementación a gran escala, de viviendas con eficiencia energética. A través de la 'Mesa Transversal' y del alcance y extensión de los actores, CONAVI, contrapartes y actores de cooperación nacional e internacional han estado trabajando para refinar el diseño técnico, institucional, financiero, y operativo de la NAMA de Vivienda; así como para desarrollar herramientas y guías para los gobiernos locales y los desarrolladores de vivienda.

Las barreras clave, identificadas en el reporte de la NAMA para la Vivienda Sustentable del 2011 incluyen: falta de conocimiento y experiencia en eficiencia energética en el campo de la construcción; subsidios a los precios de la energía; altos costos de los materiales de construcción y equipo técnico necesarios; y un entorno regulatorio débil. Esta sección se enfoca en las principales barreras, e identifica las acciones emprendidas por CONAVI en el 2012 para subsanarlas.

48 **Falta de conocimiento y sensibilización:** Los propietarios de las viviendas, desarrolladores, planificadores y administraciones locales, requieren de información en cuanto a las construcciones energéticamente eficientes, sobre cómo evaluarlas y cómo implementarlas. Asimismo, las profesiones relacionadas con la construcción en México, cuentan con poco conocimiento sobre la eficiencia energética en las edificaciones. Actualmente, tanto los compradores de vivienda como los constructores, casi no cuentan con modelos por emular e impulsar.

Para abordar estos temas, la Mesa 'Transversal' está desarrollando una herramienta de simulación común, que los desarrolladores puedan utilizar para evaluar el impacto energético de un diseño de vivienda eficiente. Como parte de este trabajo, los diferentes actores interesados se han reunido para desarrollar un conjunto de parámetros comunes y coeficientes de emisiones, para que así, las distintas iniciativas se trabajen desde una línea base común, permitiendo que sus logros sean comparables.

Con el apoyo de INFONAVIT y de GIZ/GOPA, se ha capacitado a 40 instructores como instructores certificados por PHI, con el objetivo de enseñar cursos de SISEVIVE. Dichos instructores son profesionales con experiencia en eficiencia residencial y provienen de la academia, de la industria de la construcción, de desarrollo de materiales, y de grupos de consultoría. Los materiales para la capacitación fueron hechos a la medida para México, y fueron desarrollados por INFONAVIT, GIZ, y GOPA.

La primera fase de los cursos del SISEVIVE para desarrolladores se dio de octubre a diciembre del 2012, capacitando a cerca de 400 profesionales en los siguientes sitios: Ciudad de México, Veracruz, Morelia, Guadalajara, Aguascalientes, Reynosa, Monterrey, Puebla, Quintana Roo, Chiapas y Campeche. Se cuenta con una plataforma en línea, para uso de los participantes del curso, con el fin de tener un intercambio de ideas y recibir las actualizaciones de la herramienta SISEVIVE.

Y, lo más importante es que en el 2012, CONAVI incluyó múltiples proyectos piloto efectuados por los más importantes desarrolladores de vivienda, en las diversas zonas climáticas de México, utilizando diferentes prototipos de viviendas. Estos pilotos proporcionarán experiencias reales a los desarrolladores y a los gobiernos locales, y servirán de fuente de datos empíricos para la calibración de modelos y políticas.

**Falta de Incentivos:** Los precios de energía altamente subsidiados, especialmente para la vivienda social, provocan que los propietarios de las viviendas no tengan incentivo alguno para buscar soluciones más eficientes en cuanto a energía. Además, las viviendas eficientes requieren de una inversión inicial más alta para los desarrolladores, mismos que no están dispuestos a asumir el riesgo de que no se vendan las viviendas.

Para combatir dichos riesgos, la CONAVI está revisando numerosos modelos que vinculan el desempeño ambiental de las viviendas NAMA con los rendimientos financieros de los propietarios de las viviendas y de los desarrolladores.

En el Capítulo 6, se aborda este tema, en mayor detalle.

Además de crear esquemas financieros, el alcance de la CONAVI con desarrolladores e industria, asegura que, las preocupaciones de dichos actores, se aborden por medio del proceso de diseño. También se han identificado los socios financieros internacionales, y varios gobiernos y ONGs internacionales han comprometido otorgar apoyo financiero para el logro de la NAMA.

**Barreras técnicas:** Las tecnologías y las características de diseño que contribuyen a la eficiencia energética en las viviendas no son nuevas, lo cual implica que las mayores barreras técnicas están relacionadas con conseguir estos materiales, así como con la experiencia para instalarlos correctamente. Además, es probable que desarrolladores y autoridades locales, no conciben el impacto de dichas características, y no tengan la capacidad de elegir alternativas de manera informada.

Para abordar estas barreras, CONAVI y actores involucrados llevarán a cabo un monitoreo detallado, en una porción de las viviendas piloto, con el fin de medir y comparar el desempeño de materiales específicos, tecnologías, y diseños, dentro del contexto de las distintas zonas climáticas de México; así como para ganar experiencia en la instalación de estas tecnologías y materiales.

Finalmente, y ya que el programa proceda a escala nacional, se espera que surjan proveedores locales para dichas eco-tecnologías y materiales eficientes para cubrir la demanda generada en la NAMA; lo cual también podrá generar economías de escala, que reducirán costos, creando oportunidades económicas adicionales para empresas mexicanas.

**Aspectos regulatorios e institucionales:** No existen regulaciones exhaustivas, para la eficiencia energética en la vivienda. EL CEV, Código de edificación de vivienda, desarrollado por la CONAVI, es, un modelo normativo completo, aunque de carácter voluntario. CONAVI, como dependencia federal no puede hacer vigente su adopción ni implementación. Las normas existentes, como las NOM y NMX, y los estándares mínimos

de desempeño energético, no cubren todos los aspectos de la edificación, ni de los equipos de construcción y todavía no están totalmente incluidos, en la reglamentación local.

Actualmente las viviendas – a las cuales se les debe aplicar esta NAMA – están siendo construidas por los desarrolladores sobre la base de permisos. La ‘Mesa Transversal’ ha incluido, en el diseño MRV, un proceso formal para el registro de tecnologías eficientes y de sus características en RUV. Además, verificadores capacitados asegurarán que la vivienda sea construida conforme las especificaciones de diseño. Para poder recibir fondos adicionales, será necesario cumplir con todos los pasos anteriores, creando un claro incentivo en los desarrolladores de vivienda, para lograr los estándares NAMA.

SEMARNAT también está trabajando con GIZ para establecer una oficina NAMA, encargada de coordinar acciones y de proporcionar fondos a todas las iniciativas NAMA en México, incluyendo la NAMA de Vivienda. Se están desarrollando funciones clave y asignando responsabilidades para las autoridades federales, los desarrolladores de vivienda y los gobiernos locales, para que todas las partes tengan claridad respecto a sus obligaciones y puedan trabajar en forma conjunta, para poder implementar, con éxito, características de diseño sustentable en el sector.

**Barreras financieras:** Los beneficios económicos de la eficiencia energética para los propietarios se acumulan, desde el mediano hasta el largo plazo. Sin embargo, desarrolladores como compradores, se enfocan en los costos de adquisición inmediatos y no en la economía del ciclo de vida.

Como ya se mencionó, CONAVI ha estado trabajando con los diferentes actores, con el fin de desarrollar modelos financieros que den apoyo, tanto a la oferta como a la demanda del mercado de vivienda, y que se recuperen los recursos económicos generados por la NAMA, canalizándolos hacia actividades sustentables. Todo esto se comenta con mayor detalle, en el Capítulo 6. La figura 6 ilustra las barreras, como un raciocinio para las medidas indirectas y de apoyo escogidas, tal y como se describe en el Capítulo 4.

**Figura 6: Barreras a la vivienda baja en carbono en México y las medidas propuestas para enfrentarlas**



**Barreras (problemas)**



**Sensibilización y creación de capacidades**

Capacitación para asesores energéticos, diseñadores y constructores



**Barreras técnicas**

Capacitación para asesores energéticos, diseñadores e ingenieros



**Aspectos regulatorios e institucionales**

Mejorar el proceso de licencias e inspección



**Barreras financieras**

Diseño de un fondo de inversión para financiar los costos adicionales de las medidas de eficiencia energética



**Medidas indirectas (soluciones)**

Proyectos Piloto muestra

Apoyo a los fabricantes y las empresas locales

Capacitación a autoridades locales

Apoyo a los fabricantes para desarrollar los materiales y equipo de construcción necesarios

Información para propietarios y compradores

Hacer obligatorios los estándares de energía

Creación de capacidades para el monitoreo y la verificación

Difusión y publicidad

Desarrollo de un sistema para recolección de datos para el monitoreo, reporte y verificación de reducción de emisiones



51



## 4 Potencial, Objetivos y Acciones

## 4.1 NAMA MEXICANA DE VIVIENDA

En el centro del concepto de la NAMA propuesta, se encuentra el mejoramiento del sistema financiero para promover la construcción de viviendas nuevas, con un alto rendimiento energético, dentro del mercado hipotecario nacional. Los incentivos financieros estarán vinculados o condicionados a valores meta mínimos de energía primaria para la casa, en su totalidad (“desempeño integral de la vivienda”) para las diferentes tipologías de viviendas. La NAMA tiene como objetivo, unidades de viviendas económicas típicas, e introduce valores meta para la demanda mínima de energía primaria, conforme a tres estándares: EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max (prototipo de mayor rendimiento energético).

El objetivo de la NAMA, es el de promover modelos de edificación costo-efectivos, energéticamente eficientes a través de todo el sector de la vivienda, con un enfoque particular en la vivienda de interés social, donde se espera el mayor crecimiento. Dado que las edificaciones tienen un ciclo de vida extremadamente largo, la penetración, cada vez mayor de construcciones eficientes, que se logre por medio de este programa, tendrá un impacto significativo en la reducción de emisiones GEI en México y puede representar una solución atractiva para el logro de las metas del país en materia de cambio climático.

La NAMA ha sido diseñada como un marco de trabajo, que consta de componentes unilaterales y apoyados. Los componentes unilaterales son aquellos implementados y financiados por el gobierno mexicano y constituyen la contribución de México a las metas internacionales para el cambio climático. Los componentes apoyados, son aquellos para los cuales se requieren de fondos de donantes para cubrir los costos incrementales del reforzamiento de la penetración de las acciones de México, o para lograr rendimientos más ambiciosos. El soporte internacional también consiste en asistencia técnica y creación de capacidades.

A través de la NAMA de Vivienda se tiene como meta el reducir, aún más, las emisiones GEI, tomando como base los

programas de ‘Hipoteca Verde’ y ‘Ésta es tu casa’. A diferencia del PoA/MDL, que se enfoca en tecnologías específicas, la NAMA adopta el desempeño integral de la vivienda, que se describe en el siguiente punto. Para el mediano a largo plazo, se considera que la NAMA de Vivienda ampliará su alcance, llevando a una mayor reducción de emisiones en los nuevos desarrollos urbanos que se introducirán a través del NAMA Urbano.

Los siguientes pasos, definen la mejora incremental por medio de la NAMA que se describe en este informe:

-  Mayor penetración (más casas cubiertas durante el mismo tiempo) y/o.
-  Elección tecnológica y escalamiento (estándares de eficiencia más ambiciosos y/o la inclusión de tecnologías, actualmente no cubiertas).

## 4.2 DESEMPEÑO INTEGRAL DE LA VIVIENDA

Las iniciativas existentes, descritas en el Capítulo 2, se han enfocado en la implementación de tecnologías, o intervenciones específicas. La NAMA de Vivienda, introduce el “desempeño integral de la vivienda”, que considera el establecimiento y el monitoreo de valores de la demanda total de energía primaria, por parte de cada casa, en vez de enfocarse en el rendimiento de soluciones o tecnologías particulares.

Al fijar como meta los valores para la demanda de energía total de la construcción, en vez de tecnologías específicas, la NAMA cuenta con las siguientes ventajas:

-  Valores objetivo que representan un incentivo para reducir el consumo total de energía, ya que toman en cuenta la interacción entre las diferentes medidas.

-  El desarrollador y/o propietario de la vivienda queda en libertad de escoger cualquier medida técnica, siempre y cuando ésta pueda lograr el valor objetivo para la casa en su totalidad.
-  Los valores meta promueven un desarrollo técnico, así como soluciones costo-efectivas flexibles.
-  Los valores meta pueden volverse gradualmente más estrictos, en concordancia con las políticas ambientales y el desarrollo tecnológico.
-  Los valores meta permiten el establecimiento en paralelo de diferentes niveles de apoyo.

El desempeño integral de la vivienda también simplifica los requisitos del sistema MRV, reduce los costos generales del programa y proporciona flexibilidad a los desarrolladores y a los propietarios de las viviendas para el logro de las metas de eficiencia.

### 4.3 OBJETIVO DE LA NAMA

El objetivo de la NAMA es el de complementar iniciativas vigentes en el sector encaminadas hacia la optimización del consumo de recursos en la vivienda, con base en programas vigentes de promoción de vivienda sustentable en el marco de la política mexicana de desarrollo urbano sustentable e inteligente así como de los compromisos asumidos en materia de cambio climático.

El reto del diseño de la NAMA, es el de adecuar las prioridades de desarrollo para México, atrayendo, al mismo tiempo, el apoyo de los países estipulados en el Anexo 1. En este aspecto, la NAMA tiene que fijar como objetivo el mercado hipotecario y proporcionar incentivos financieros para la edificación de viviendas con un rendimiento energético por arriba de los estándares logrados a través de los programas actuales.

La primera prioridad del gobierno mexicano es la de aumentar la penetración, o expansión de las mejoras básicas de eficiencia energética hacia otros segmentos del mercado, más allá de INFONAVIT. Los blancos específicos incluyen el mercado del FOVISSSTE y el segmento SHF-refinanciado. La siguiente etapa de la NAMA es el escalamiento tecnológico, o el ajuste, cada vez mayor, y de manera gradual, de los estándares de eficiencia, en todos los segmentos del mercado, así como la realización de los proyectos piloto de EcoCasa Max.

Las viviendas a ser construidas conforme a los estándares NAMA, abrirán camino para la diseminación de nuevos planteamientos y tecnologías dentro del sector de la vivienda. A largo plazo, esto tendrá efectos de derrame positivo dentro de la industria de la construcción en México, creando demanda de proveedores locales de materiales y tecnologías eficientes.

### 4.4 ALCANCE DE LA NAMA

La NAMA apuntará al mercado hipotecario mexicano, que es el que financia anualmente cerca de 600,000 viviendas nuevas, de las cuales, cerca del 50% son financiadas por el INFONAVIT.

La NAMA operará, en paralelo con el programa de Hipoteca Verde de INFONAVIT y estará abierta a la participación de FOVISSSTE, SHF y otras instituciones financieras.

Inicialmente, se tienen como meta las viviendas nuevas y con crédito de instituciones públicas, sin embargo, actualmente, la NAMA se está extendiendo para cubrir el parque de casas existentes – mediante el diseño técnico de una NAMA específica para ello, y, más tarde, cubrirá todo el mercado hipotecario, además de la vivienda formal e informal (auto-construcción).

Las medidas de la NAMA se aplicarán solo a la construcción y a sus tecnologías, y no a temas de planeación urbana, o a aspectos dentro del entorno de la vivienda (por ejemplo, la

iluminación de las calles al interior del desarrollo habitacional). No obstante, se contempla que este enfoque hacia una vivienda eficiente podría, en un futuro, estar incluido dentro de una visión más holística para la sustentabilidad urbana. Esta meta ya está siendo buscada, por medio de la propuesta del NAMA Urbano ante el “Partnership for Market Readiness.”

La NAMA proporciona incentivos financieros a dos diferentes grupos: (i) compradores de casas/propietarios y (ii) desarrolladores. El marco de trabajo para los incentivos financieros conforme a la NAMA asegurará que:

 Entre mayor sea el nivel de eficiencia energética logrado, más favorables serán las condiciones para el apoyo financiero.

 Beneficiarios de vivienda/propietarios recibirán un subsidio al préstamo otorgado por una institución financiera (por ejemplo, menores intereses o plazos con reembolsos más bajos, o subsidios si es que compran una casa construida de acuerdo con los estándares de eficiencia energética, conforme a los estándares NAMA, para poder cubrir una parte de los costos incrementales de inversión.

 Los desarrolladores reciben un ‘crédito puente’ subsidiado, siempre y cuando se comprometan a edificar una vivienda de acuerdo con uno de los estándares de eficiencia energética conforme a los estándares NAMA; esto deberá comprobarse, una vez terminada la casa.

 En el siguiente capítulo, se describen las posibles medidas técnicas para lograr los prototipos de energía, conforme a la NAMA. La tabla 4, ilustra el diseño de la NAMA.

**Tabla 3: Elementos de diseño de la NAMA**

Elemento	Descripción
Sector	Sector de la Construcción.
Sub-sector	Viviendas nuevas: 1a fase, primordialmente para familias de bajos ingresos (vivienda social) y potencialmente, para el sector de la vivienda de ingresos medios.
Frontera de la NAMA	Todo el país.
Medidas y actividades con impacto directo en la reducción de emisiones de GEI	Introducción de estándares ambiciosos de consumo de energía primaria. La construcción de viviendas de acuerdo con el nivel del estándar, se incentiva por medio de un sistema de promoción financiera de manera escalonada.
Medidas y actividades con impacto indirecto en la reducción de emisiones de GEI	Acciones de soporte para la implementación de la NAMA, su operación y apoyo para un proceso de transformación más amplio dentro del sector vivienda: introducción de los requisitos de rendimiento energético conforme el sistema legal y el proceso de otorgación de permisos, capacitación de los planeadores, arquitectos, asesores de energía y fabricantes, creación de proyectos piloto.
Tipo de NAMA	Marco de trabajo de la NAMA, consistente en componentes unilaterales y apoyados.
Tipo de apoyo requerido bajo la NAMA	Financiero, técnico y construcción de capacidades.

## 4.4.1 ESTÁNDARES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LAS VIVIENDAS, CONFORME A LA NAMA

Los tres niveles o 'estándares' para una máxima demanda de energía – EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max – se han desarrollado en cooperación con el Passivhaus Institut (PHI, analizando tres prototipos típicos de vivienda para el mercado mexicano, de aproximadamente 40m<sup>2</sup> y 70m<sup>2</sup> de superficie:

 'Aislada', una sola casa horizontal.

 'Adosada', una unidad de viviendas horizontal, que comparten muro.

 'Vertical' unidades habitacionales de 3 o más niveles (vivienda por nivel), con un promedio de dos departamentos por piso.

Para desarrollar los estándares de eficiencia, se examinó el diseño preliminar de la construcción y se determinó el balance energético de los tres tipos de construcción en las cuatro zonas climáticas principales en México<sup>11</sup>. (Ver figura 5, a continuación.) Con la ayuda del Passivhaus Planning Package (PHPP, por sus siglas en inglés), se calculó la demanda energética de una edificación de casa de referencia<sup>12</sup>. Finalmente, se analizaron las posibilidades de optimizar las construcciones, en cuanto a eficiencia energética, sin cambios relevantes en el diseño original de la vivienda.

Sobre la base de este análisis, se definieron tres diferentes estándares de eficiencia energética, dos casos intermedios y la Eco Casa Max, con muy bajo consumo energético.

 El primer concepto de vivienda, EcoCasa 1, incorpora todas las medidas del actual esquema de Hipoteca Verde: Aprox. 2.5cm de aislamiento en el techo y en el muro de mayor asoleamiento, pintura reflejante, uso de calentadores de gas de paso, calentamiento solar de agua, y A/C eficiente, según sea necesario. Además, se consideraron varios aspectos domésticos eficientes, tales como una iluminación eficiente y buenas instalaciones en las cocinas.

 El segundo concepto, EcoCasa 2, representa una mayor optimización, a través del uso de aislamiento, ventanas mejor aisladas y electrodomésticos altamente eficientes.

 Finalmente, la EcoCasa Max, prevé la optimización de todas las medidas, logrando el estándar más ambicioso. Dado que la prioridad actual del gobierno mexicano, es la penetración de las mejoras básicas en eficiencia energética en otros segmentos del mercado, se propone la siguiente programación para la puesta en marcha de los estándares de eficiencia energética conforme a la siguiente Tabla (ver Tabla 5).

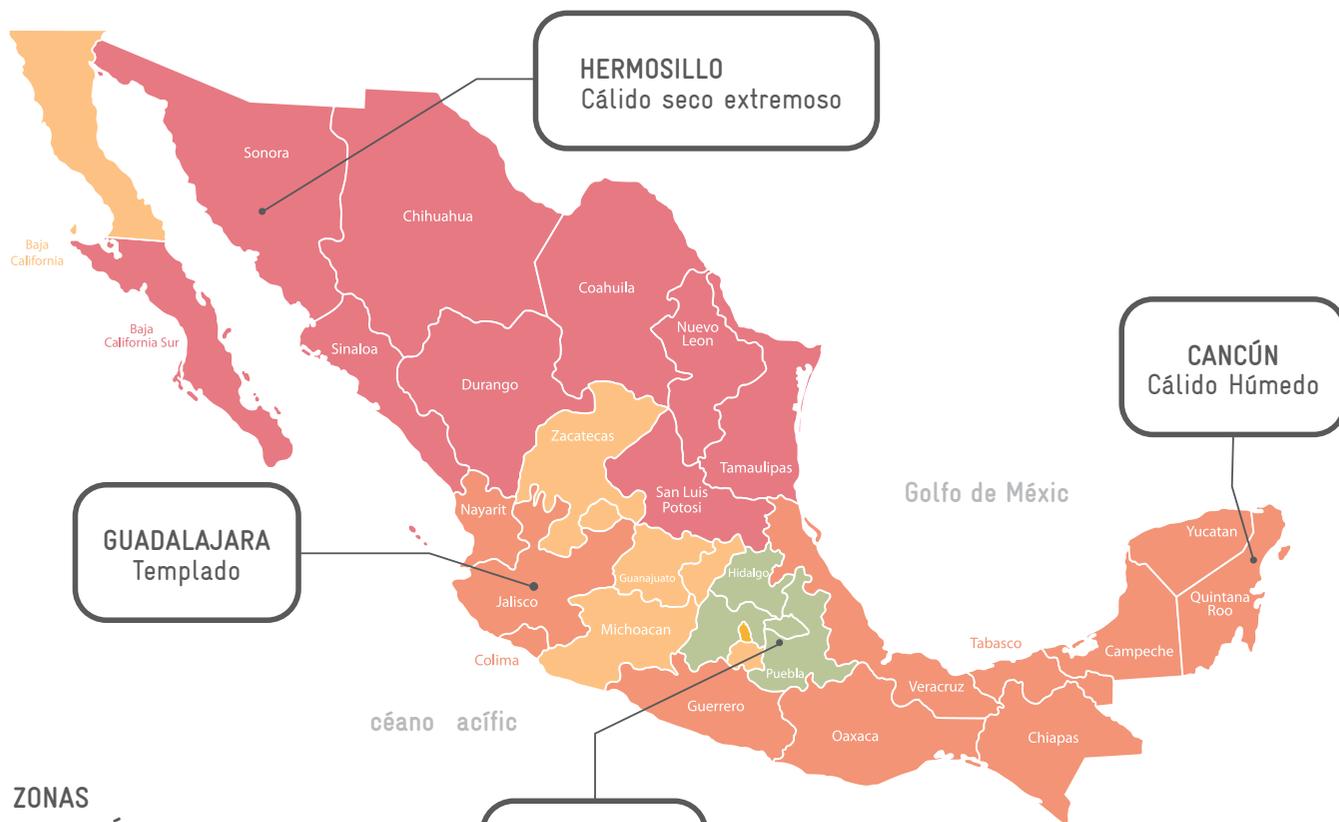
<sup>11</sup> Cuando la NAMA tenga un despliegue nacional, se usarán diez zonas bioclimáticas.

<sup>12</sup> El Programa de Planificación Passivhaus es un software desarrollado por el Passivhaus Institute para apoyar el diseño de viviendas con eficiencia energética. Más información relacionada con las herramientas está disponible en: [http://www.passiv.de/..](http://www.passiv.de/)

Tabla 4: Elementos de diseño (2)

Elemento	Descripción
Programas para la puesta en marcha de la NAMA	<ul style="list-style-type: none"><li>- 2012 y 2013: enfoque casi exclusivo en EcoCasa 1.</li><li>- 2014-2016: EcoCasa 2 crece rápidamente.</li><li>- Se considera EcoCasa Max, en números limitados como proyectos piloto.</li></ul>

Figura 7: Zonas bioclimáticas utilizadas para los cálculos de la NAMA<sup>13</sup>



58

ZONAS  
BIOCLIMÁTICAS

- Cálido Seco
- Cálido Húmedo
- Templado
- Semifrío

© Fuente: IzN Friedrichsdorf

Total de Viviendas financiadas por  
INFONAVIT de 1972 a mediados del 2011

2,388,393	(38.75 %)
1,309,661	(21.25 %)
1,095,050	(17.76 %)
1,371,139	(22.24 %)
.....	.....
6,164,243	(100 %)

<sup>13</sup> El trabajo de diseño inicial se realizó usando cuatro zonas climáticas básicas, pero la selección de ciudades fue basada en la clasificación climática por municipio. La NAMA a escala nacional utilizará siete zonas bioclimáticas.

Además del diseño de construcción, el rendimiento de emisiones actual de las casas NAMA, se verá impactado por el diseño urbano. Sin embargo, para poder comparar los tipos de construcción, se supuso escenario de "No Acción", y se aplicaron medidas de energía (aislamiento, hermeticidad al aire, valores U mejorados de ventanas y puertas, sistemas de ventilación y similares).

Así mismo, dado que el tipo de construcción más compacto es el vertical, es el que se usa como ejemplo para presentar los resultados PHPP.

#### 4.4.2 OPCIONES DE MITIGACIÓN CONFORME A LOS ESTÁNDARES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NAMA

La siguiente sección proporciona un breve panorama general de los resultados de simulación de balance de energía, considerando las medidas que se deben adoptar para las construcciones analizadas (Vertical, Aislada y Adosada) en cuatro ciudades (Hermosillo, Guadalajara, Puebla y Cancún)<sup>14</sup>. Se estudió la demanda específica de energía para cuatro usos: espacio de calefacción, espacio de enfriamiento, deshumidificación, y para otros tipos de demanda – como calentamiento de agua, cocción de alimentos, y electrodomésticos. Los resultados se ilustran y ejemplifican para el prototipo de edificación vertical, pero se lograron resultados similares, con valores de mayor demanda para los otros tipos de vivienda: Aislada y Adosada. Los donantes interesados tendrán acceso a estos datos.

La demanda de calefacción, refrigeración y deshumidificación, varía significativamente entre las diferentes zonas bioclimáticas. La demanda específica de energía primaria es generalmente más alta en climas cálidos que en regiones templadas. Debido a estas diferencias regionales las

opciones de mitigación empleadas son específicas a cada uno de los climas de México. Como se ve en la Tabla 6, esto puede significar el uso de tecnologías totalmente diferentes, o que las intervenciones, tales como el aislamiento o las ventanas con vidrios de baja emisividad (low-e) tengan que escalar conforme las demandas de la región. Dichas cifras pueden cambiar conforme progresen los pilotos de la NAMA y se analicen los datos de rendimiento.

<sup>14</sup> Como una condición limitante, se eligió un rango de temperatura de 20°C a 25°C.

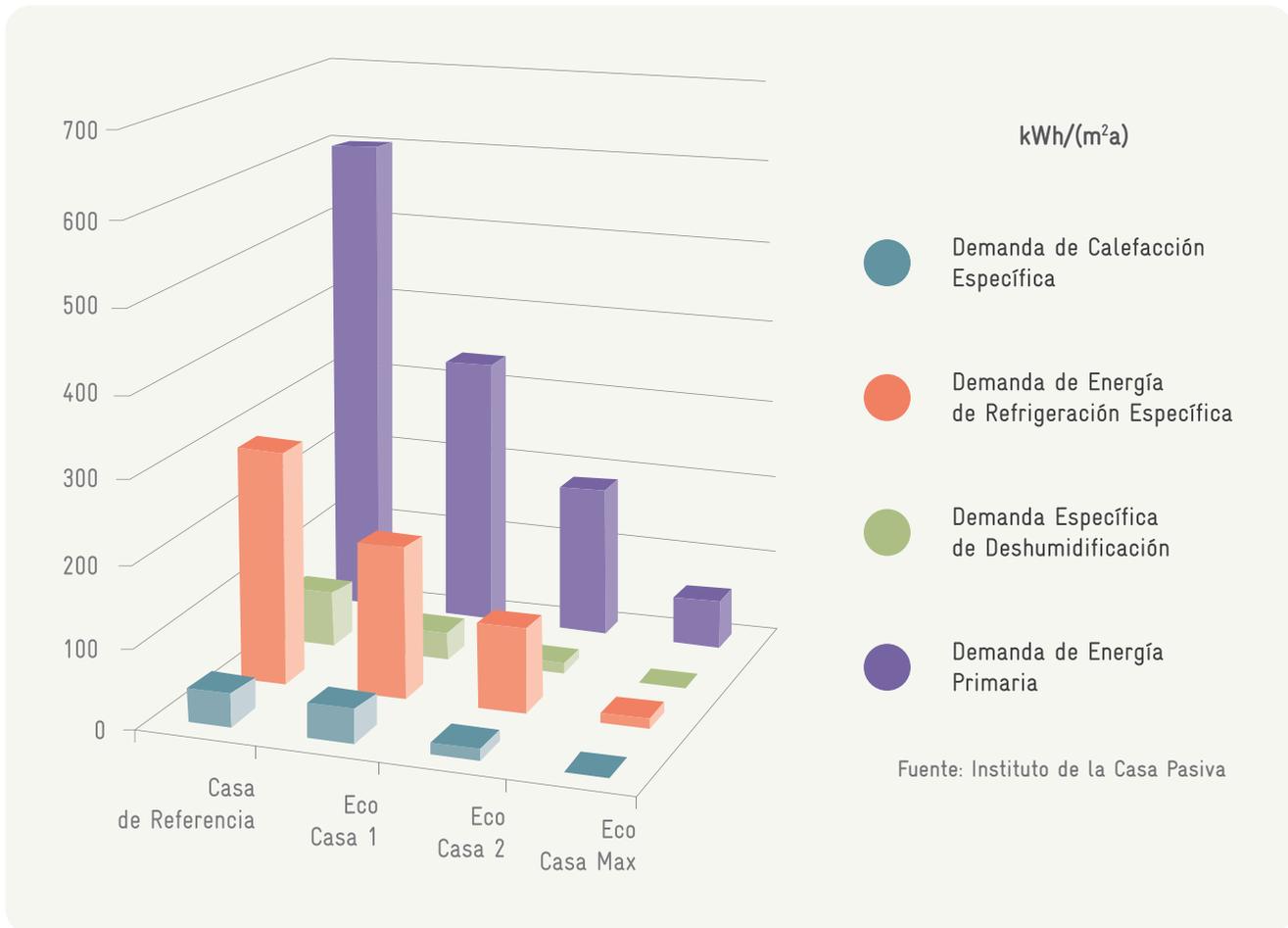
**Tabla 5: Opciones de mitigación por tipo de clima para el tipo de edificación vertical**

	 <b>Hermosillo</b> (Cálido extremo y seco)	 <b>Cancún</b> (Cálido extremo y húmedo)	 <b>Guadalajara</b> (Templado)	 <b>Puebla</b> (Templado y semifrío)
<b>Muros Exteriores</b>	Aislamiento: 10 cm (Vertical)- 30 cm (Aislada), Pintura reflejante.	7.5 cm de aislamiento Pintura reflejante.	5 cm de aislamiento.	5 cm de aislamiento.
<b>Techo</b>	30 cm de aislamiento Pintura reflejante.	10 cm de aislamiento Pintura reflejante.	18 cm de aislamiento.	25 cm de aislamiento.
<b>Ventanas</b>	Ventanas triples con protección solar.	Ventanas triples con protección solar.	Ventanas de doble acristalamiento.	Ventanas de doble acristalamiento.
<b>Piso</b>	10 cm de aislamiento.	10 cm de aislamiento.		12.5 cm de aislamiento.
<b>Calefacción, ventilación, aire acondicionado</b>	Ventilación con recuperación de energía, Enfriamiento con recirculación.	Ventilación con recuperación de energía, Enfriamiento con recirculación.	Sistema de extracción pura de agua Ventilación natural.	Sistema de extracción pura de aire.
<b>Otros</b>	Aislamiento: 10 cm (Vertical) y 30 cm (Aislada), Pintura reflejante.	7.5 cm de aislamiento Pintura reflejante.	5 cm de aislamiento.	5 cm de aislamiento.
<b>Equipamiento eficiente</b>	Lámparas CFL , Calentador solar de agua calentador de gas de paso Ventiladores en los techos.	Lámparas CFL Calentador solar de agua Calentador de gas de paso Ventiladores en los techos.	Lámparas CFL Calentador solar de agua Calentador de gas de paso Ventiladores en los techos.	Lámparas CFL Calentador solar de agua Calentador de gas de paso .
<b>Emisiones de línea base</b>	88 kg/(m <sup>2</sup> a)	125 kg/(m <sup>2</sup> a)	47 kg/(m <sup>2</sup> a)	54 kg/(m <sup>2</sup> a)
<b>Nivel mín. de emisiones alcanzables</b>	14 kg/(m <sup>2</sup> a)	19 kg/(m <sup>2</sup> a)	11 kg/(m <sup>2</sup> a)	11 kg/(m <sup>2</sup> a)

Fuente: Passivhaus Institut

En la Figura 8, se ilustra el resultado de la implementación de estas acciones de mitigación, donde se muestran los ahorros de energía para vivienda vertical en clima cálido-secos.

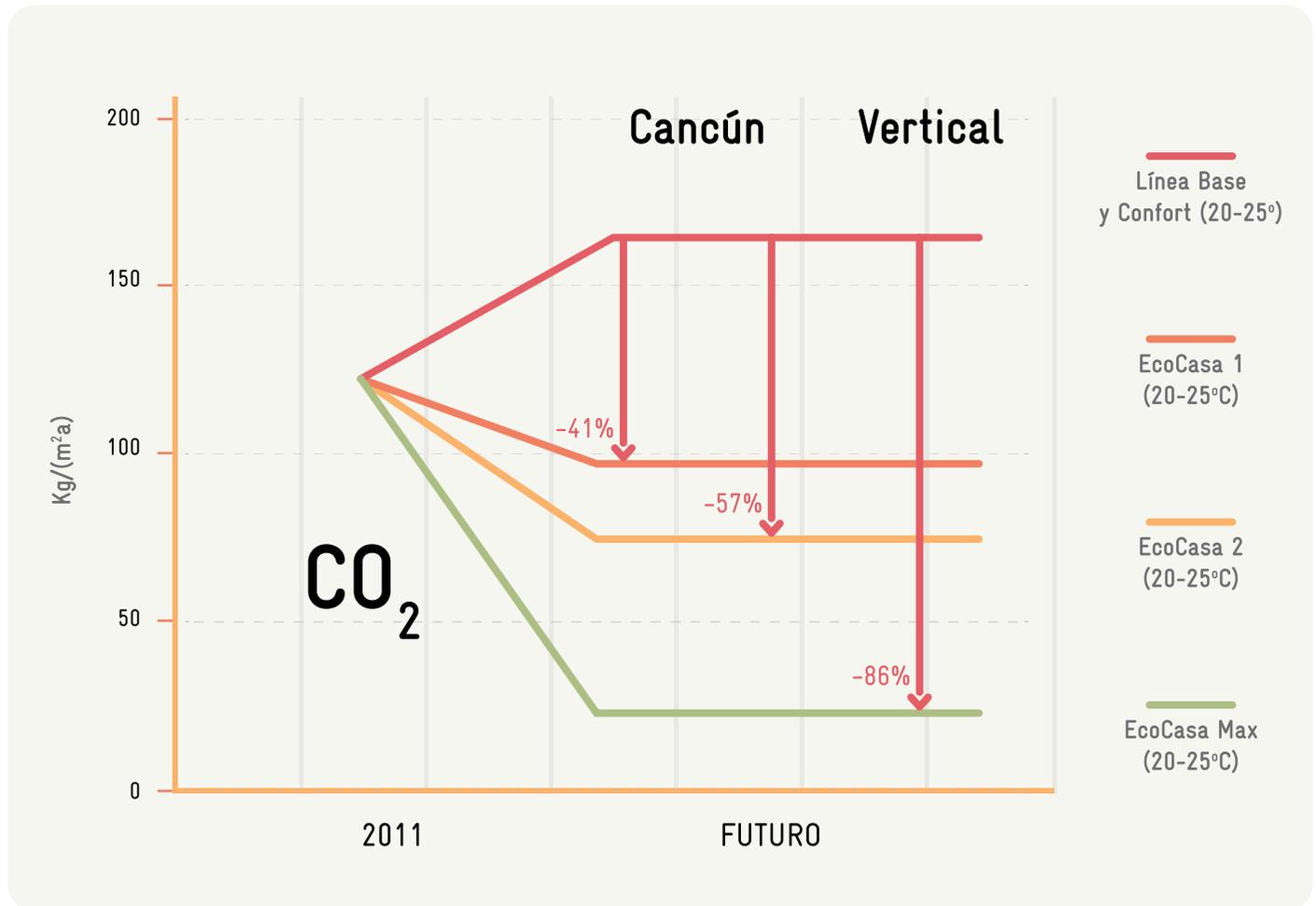
**Figura 8: Demandas específicas de energía para las unidades Verticales en Hermosillo (caliente y seco), 40 m<sup>2</sup>**



Como era de esperarse, la demanda de energía para usos específicos cambia drásticamente, en las distintas regiones climáticas. En general, la demanda energética es mucho más alta (por más del doble) en las regiones calientes que en las templadas y frías. Por lo tanto, hay un mayor potencial de reducción de la demanda de energía, y de las emisiones asociadas en las regiones cálidas que en las áreas más templadas, donde se logra la eficiencia energética más fácilmente.

La Figura 9, presenta varios escenarios de eficiencia energética conforme los estándares elaborados para la NAMA en el ejemplo de Cancún, en relación a un buen nivel de temperatura de confort (20-25°C).

Figura 9: Niveles de CO<sub>2</sub>, bajo distintos escenarios de niveles de eficiencia energética en Cancún (vertical, 40m<sup>2</sup>)



## 4.5 POTENCIAL DE MITIGACIÓN

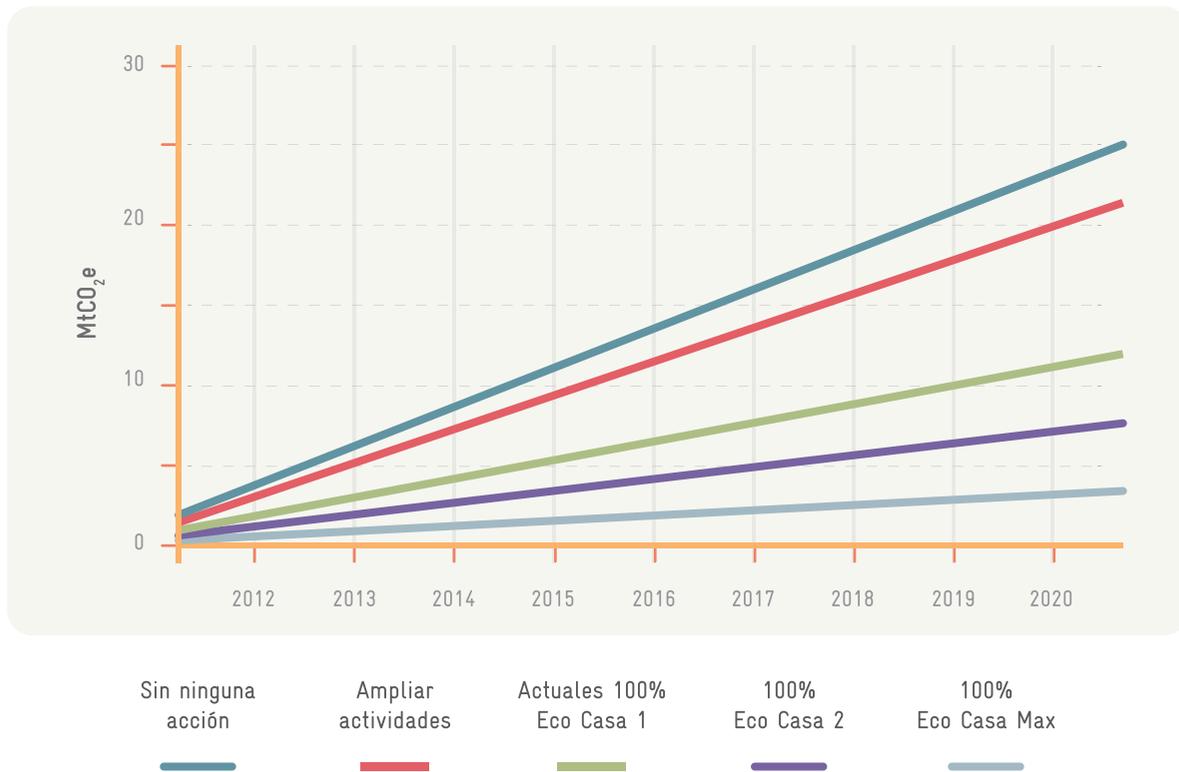
El cálculo del potencial de mitigación se hará de acuerdo con los tres escenarios de la NAMA, asumiendo una penetración del 100% de los estándares de eficiencia EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max, en todas las zonas bioclimáticas y prototipos de construcción. Para proporcionar un marco de referencia, se calcularon dos escenarios de línea base: uno en el cual se representa una extensión de los esfuerzos mexicanos actuales, sin actividades de escalamiento,<sup>15</sup> y un escenario de 'No Acción', en el cual, se supone que no se pueden sostener los programas existentes.

<sup>15</sup> Estimado como una continuación del programa de Hipoteca Verde con el nivel de penetración actual.

En la práctica, la reducción de emisiones lograda por la NAMA, dependerá del nivel de financiamiento que pueda atraer. En vez de pronosticar nuestras expectativas para el programa, en esta sección se proporcionan los escenarios globales que ilustran el potencial general de la NAMA, en la afectación del perfil de emisiones a largo plazo del sector de vivienda.

Se muestra la reducción de emisiones para el periodo de implementación, suponiendo la construcción de 600,000 viviendas por año, y que permanecerán en el mismo nivel de eficiencia durante toda su vida útil. Se asume que las viviendas tendrán 40m<sup>2</sup>, con 2 ocupantes.

Figura 10: Emisiones para viviendas nuevas en México y escenarios selectos de mitigación



Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la línea base y de la NAMA, se calcularon basándose en la información acerca de la mezcla de combustible y consumo de energía en casas típicas, proporcionada por CONAVI. Para el factor de emisión de la red, se aplicó un valor de 0.49 t CO<sub>2</sub>e/MWh<sup>16</sup>. Combinado con un 18% de pérdidas de distribución<sup>17</sup> en la red mexicana, esto da como rendimiento un factor de emisión de red efectivo de 0.58 t CO<sub>2</sub>e/MWh.

El análisis resultante muestra que, acumulativamente y asumiendo una penetración del 100% de una trayectoria en particular, representada en la Figura 9 antes presentada, la NAMA puede lograr reducciones de emisiones que van desde 63 TmCO<sub>2</sub>e (EcoCasa 1) hasta 105 TmCO<sub>2</sub>e (EcoCasa Max) para el año 2020.

#### 4.6 COBENEFICIOS (BENEFICIOS NO RELACIONADOS CON GASES DE EFECTO INVERNADERO)

64 La NAMA deberá dar resultados en beneficios además de las reducciones de gases de efecto invernadero. El concepto NAMA, busca un efecto demostrable sobre la sustentabilidad, a través de un procedimiento monitoreable y reportable, idealmente incluido dentro del sistema MRV. En términos

generales, tanto la amplitud del sector como el enfoque de las acciones integradas de la NAMA, sugieren una contribución adicional que puede llevar a una transformación del sector hacia el desarrollo sustentable.

Con este fin, CONAVI, dentro de la Mesa Transversal, está desarrollando un marco de trabajo de evaluación para los co-beneficios para la NAMA para la Vivienda Sustentable, particularmente en los beneficios del desarrollo sustentable. El objetivo es el de desarrollar un proceso de monitoreo para los impactos de sustentabilidad, resultantes de la implementación de NAMA, elaborado sobre los parámetros, comúnmente utilizados, en la evaluación del desarrollo sustentable y la vivienda sustentable existente, tales como, el recientemente emitido índice de Sustentabilidad de la Vivienda (ISV)<sup>18</sup> y el Giold Standard<sup>19</sup>.

<sup>16</sup> SEMARNAT, 2012. Factor de emisión eléctrico 2010. Disponible en: <http://www.gemexico.org/factor.html> [última visita: 14/11/2012]

<sup>17</sup> CFE, 2012. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026. Subdirección de Programación Coordinación de Planificación, CFE. On line]. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/> [última visita: 14/11/2012]

<sup>18</sup> En marzo de 2012 miembros de la Asociación de Vivienda y Entorno Sustentable (VESAC) firmaron una declaración conjunta para fortalecer la sustentabilidad dentro del sector de la vivienda, adicionalmente a la presentación del Índice de Vivienda Sustentable (ISV). Este índice ofrece un análisis de desempeño de los hogares en aspectos económicos, sociales y ambientales. El resumen ejecutivo del ISV está disponible en:

<http://centromariomolina.org/desarrollo-sustentable/evaluacion-de-la-sustentabilidad-de-la-vivienda-en-México/>

<sup>19</sup> La regla general es el estándar reconocido de certificación para los proyectos de mitigación de carbono y es reconocido internacionalmente como el comparativo para la calidad y la exigencia en los mercados de carbono, energías renovables y en los proyectos de compensación de eficiencia del carbono.



A la fecha, ya se seleccionó, en forma preliminar, una lista de co-beneficios y están por diseñarse los procedimientos de monitoreo precisos. Lo más probable es que dichos co-beneficios contribuyan en los siguientes alcances:

Tabla 6: Co-Beneficios seleccionados para la NAMA de Vivienda

 Economía	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ahorros económicos de las viviendas, reflejados en las cuentas de gas, electricidad y de agua</li><li>• Reducción en los costos de subsidios a la energía</li><li>• Aumento en el número de compañías y empleos verdes</li></ul>
 Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calidad del aire</li><li>• Uso de suelo</li></ul>
 Sociales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Confort</li><li>• Acceso a servicios de energía limpia</li><li>• Educación y concientización de la sustentabilidad en desarrolladores y propietarios de viviendas</li><li>• Construcción de capacidades humanas e institucionales</li></ul>

Los siguientes pasos tienen el propósito de definir los parámetros finales y proponer un procedimiento de monitoreo adecuado para cada uno de ellos. Un posible método para la recopilación y el reporte de los datos, podría ser por medio del desarrollo de estudios periódicos que evalúen el impacto de los beneficios obtenidos en estos alcances, por medio de la implementación de la NAMA.

## 4.7 ACCIONES ADMINISTRATIVAS Y DE APOYO

La aplicación de un sistema promocional, vía la NAMA, tendrá efectos positivos en todo el sistema de eficiencia energética en el sector de la construcción en México:

 Demostraría que es posible introducir los valores meta de demanda de energía primaria, en el sector, fomentando las ulteriores regulaciones de construcción. Así mismo, dado que los procedimientos de desarrollo urbano y de licencias para edificaciones nuevas, cada vez incorporan mayores rubros ambientales, podría ser viable incluir requisitos estatutarios de eficiencia energética para las nuevas viviendas durante el proceso de otorgamiento de permisos.

 Creará una demanda de consultores, asesores energéticos y arquitectos calificados, capaces de aplicar herramientas de diseño y cálculos específicos, lo cual generará empleos adicionales y reforzarán las capacidades, mientras se sigue construyendo sobre las plataformas y con el personal existente, tales como el RUV y verificadores de vivienda.

 También se creará la demanda para construcciones y equipos más eficientes, así como de materiales de construcción más apropiados. Por consiguiente, tanto el equipo como los materiales de construcción eficientes que en la actualidad tienen que importarse, podrán ser producidos en México y podrán ofrecerse a precios más atractivos en el mercado local, haciendo más competitivas las viviendas eficientes.

 Los proyectos piloto EcoCasa Max, demostrarán la viabilidad de estándares muy avanzados de eficiencia energética para la vivienda social.

Para poder subsanar las barreras delineadas en el capítulo 3, estos desarrollos tendrán que ser soportados por campañas de información, capacitación y servicios de asesoría durante la implementación de la NAMA. La Tabla 8, muestra las acciones administrativas y de apoyo que se requerirán durante la primera fase de implementación (2012–2016):

**Tabla 7: Acciones administrativas y de apoyo**

Núm.	Acción
1.	Configuración institucional y administración de la NAMA.
1.1	Diseñar fondo para los recursos financieros, incluyendo los acuerdos legales.
1.2	Desarrollar un comité para el desarrollo de Vivienda Sustentable y Grupos Técnicos de Trabajo (Mesa Transversal)
1.3	Diseño, establecimiento y operación de la "Unidad de la Oficina del Programa NAMA".
1.4	Línea base, MRV y marco de trabajo complementario.
1.4.1	Desarrollo de sistemas para la recopilación de datos para poder medir, reportar y verificar las emisiones con toda precisión: Establecer la operación de una base de datos pormenorizada (línea base y MRV) de viviendas y de la demanda y consumo de energía.
1.4.2	Construcción e incremento de capacidades para el monitoreo y la auditoría; Establecimiento de un sistema de supervisión y de inspección profesional y especializado.
1.4.3	Encuestas de auditoría y monitoreo detallado de viviendas (es decir, simulación empleando bases de datos y encuestas puntualizadas).
1.5	Asistencia Técnica a FOVISSSTE y a SHF, en el establecimiento institucional para la implementación de la NAMA.
2.	Reglamentos de Construcción y procedimientos para permisos

2.1	Asistencia técnica a las organizaciones y gobiernos locales, a nivel estatal y municipal para la introducción de un estándar mínimo de rendimiento energético, de todo el enfoque de la construcción y de los valores meta para el consumo de energía primaria, así como de los criterios de sustentabilidad. Elaboración de una guía nacional para la adaptación del Código de Edificación.
3.	<b>Construcción de capacidades</b>
3.1	Capacitación de asesores en energía, planificadores, y trabajadores de la construcción, con respecto a la edificación energéticamente eficiente, por medio herramientas de simulación.
3.1.1	Creación y escalamiento de programas escolares y universitarios respecto a construcciones EE y RE.
3.1.2	Traducción y adaptación del material de capacitación Europeo/PHI al clima y usos y costumbres de construcción en México; verificar después de la experiencia.
3.1.3	Capacitar por medio del enfoque “capacitando al capacitador” a las contrapartes locales, los cuales a su vez proporcionarán capacitación en diseño, construcción y operación de edificaciones energéticamente-eficientes (Eco-casas, PHPP) a los desarrolladores y planificadores de todo el país así como capacitación especial para los trabajadores de la construcción.
3.2	Capacitación de los diversos actores y autoridades locales.
3.2.1	CONAVI, también fomentará fortalecimiento de capacidades para las autoridades locales, estatales y federales, por medio de cursos presenciales, de aprendizaje virtual y por medio de la construcción de una plataforma inter-institucional. Objetivo: Que las autoridades locales y los diversos actores sean capaces de introducir e implementar criterios sustentables en sus decisiones y procesos cotidianos, involucrados en planes de desarrollo urbano y niveles de eficiencia en la construcción de casas.

3.3	Capacitación a propietarios/usuarios de casas.
3.3.1	Elaboración de un manual para los usuarios/propietarios de casas, con el objetivo de que puedan optimizar la operación de las viviendas eficientes que habitan.
3.3.2	Campañas para elevar el nivel de concientización en cuanto a la eficiencia energética, no solo en las construcciones, sino también en el diseño, equipos y aparatos electrodomésticos.
3.4	Fomento y apoyo a fabricantes y compañías locales para aumentar la disponibilidad de productos adecuados.
3.4.1	Guía y apoyo a los fabricantes, a través de las contrapartes locales y asesoría internacional.
3.4.2	Adaptación de los criterios de certificación para los productos mexicanos.
4.	Proyectos Piloto y adaptación del software
4.1	Aseguramiento de la calidad para todos los diseños y construcción de EcoCasa Max; y adaptación/ implementación del cálculo PHPP y la herramienta de diseño.
4.2	Asistencia técnica en el diseño y la construcción de proyectos piloto en diferentes sitios de México.

4.3	Monitoreo de los proyectos piloto y transferencia de resultados y de las lecciones aprendidas en la construcción de capacidades, proyectos de demostración y diseminación.
5.	Difusión y publicidad
5.1.	Sitio web (desarrollo y mantenimiento).
5.2.	Campañas en medios de comunicación (TV, radio, prensa escrita).
5.3.	Promoción de la participación (folletos y material de difusión).
5.4.	Demostración y propagación: hacer visible el éxito.

## 4.7.1 CONFIGURACIÓN INSTITUCIONAL Y ADMINISTRACIÓN DE LA NAMA

La meta es establecer una plataforma inter-institucional que pueda articular los requerimientos para la Vivienda Sustentable. Esto podría lograrse por medio de un agente coordinador, o inclusive, un organismo más amplio, con la instalación de una comisión inter-sectorial, donde el gobierno, la industria privada y las organizaciones sociales colaboren para implementar los diferentes programas nuevos y existentes. Para abordar este tema, CONAVI y la Mesa Transversal, consideran el establecimiento y operación de una 'Oficina NAMA para la Vivienda'<sup>20</sup>. También se proporcionará Asistencia Técnica a FOVISSSTE y a SHF, para el establecimiento de su configuración institucional para la implementación de la NAMA. Los asuntos administrativos a tratarse, incluirán el desarrollo de los ajustes legales para el Fondo NAMA, la configuración y operación del sistema MRV, incluyendo el desarrollo de sistemas para la recopilación de datos, bases de datos relevantes y construcción de capacidades para el monitoreo y verificación. En lo que entra en operación la oficina NAMA, ésta será directamente coordinada por CONAVI, con el apoyo de la Mesa Transversal.

## 4.7.2 INTEGRACIÓN CON RUV

Un componente clave para la medición y los reportes del impacto de la NAMA de Vivienda, provendrá de la integración con la plataforma actual para el registro de viviendas nuevas, RUV. Durante el 2012, grupos técnicos han trabajado para ampliar la capacidad del RUV, para el seguimiento de las características de la vivienda, incluidos los materiales utilizados, elementos de diseño pasivo incorporados y equipos y eco-tecnologías instaladas. Este esfuerzo para el seguimiento de las características de cada vivienda nueva y posteriormente para viviendas existentes, identificada mediante una clave única de vivienda (CUV), continuará con el mejoramiento del sistema que utilice criterios estandarizados, lo cual permitirá a los desarrolladores

alimentar más fácilmente los datos específicos y críticos, sujetos a proceso de verificación administrado por RUV.

Actualmente GIZ y CONAVI, están desarrollando una base de datos para las mediciones de las viviendas recopiladas por la NAMA y otras iniciativas de vivienda sustentable. La meta es contar con una fuente centralizada de información, que recopile información de los programas existentes, para que los reguladores, los investigadores y los desarrolladores e industriales, puedan evaluar y comparar el desempeño de los desarrollos de vivienda con criterios sustentables.

La base de datos NAMA se comunicará con fuentes de datos existentes, mantenidas por RUV, CFE e INEGI, y rastreará parámetros clave, tales como ubicación, metros cuadrados, prototipo, nivel de eficiencia, estimaciones proyectadas de consumo de energía y de agua, eco-tecnologías, etc. Estos datos se diferenciarán por zona climática, tipo de vivienda, y estándar de eficiencia. Además la base de datos NAMA, hará un seguimiento de la información recopilada por las encuestas, o estudios, que pueda ser utilizada para dar seguimiento a los hábitos en términos de consumo de agua y energía (gas y electricidad).

Estos datos, en forma agregada, estarán disponibles públicamente. No obstante, la información relacionada con viviendas o conjuntos habitacionales específicos, se verá restringida con objeto de proteger la privacidad de los participantes en la NAMA. Los reportes se podrán generar automáticamente sobre bases anuales, o semi-anuales y los datos se podrán bajar en formato de Excel. Actualmente, se está considerando una funcionalidad adicional, tal como gráficas pre-generadas.

<sup>20</sup> Esta oficina coordinará las acciones específicas para la NAMA de Vivienda Sustentable. Estará ubicada por debajo de la oficina de la NAMA Federal, una vez que este organismo se establezca.

### 4.7.3 DESARROLLO DE REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN OBLIGATORIOS Y DE PROCEDIMIENTOS PARA EL OTORGAMIENTO DE LICENCIAS

Como ya se comentó en el Capítulo 2, la regulación que se aplica en el sector vivienda, no cubre todo el espectro de las medidas potenciales de eficiencia energética. Así mismo, la débil aplicación de los reglamentos de construcción contribuye a los bajos niveles de eficiencia energética, en las viviendas estándar, nuevas o recién construidas.

A través de la NAMA se introducirán estándares claros de eficiencia, así como una guía técnica asociada, para que los desarrolladores los puedan seguir, y tener acceso a fondos suplementarios de la NAMA. Debido a que los gobiernos locales tienen la atribución en cuanto a la aplicación de los reglamentos de construcción, ya se está llevando a cabo una cobertura adicional para asegurar que los estándares de la NAMA sean compatibles con los mandatos locales.

### 4.7.4 CREACIÓN DE CAPACIDADES

Uno de los pre-requisitos clave para el logro de los objetivos de la NAMA es la transferencia del conocimiento y la experiencia relacionados con la eficiencia energética en las construcciones. Esto se puede lograr en varios niveles: a través de capacitación específica, experiencias educativas más amplias y alcance y construcción de capacidades.

La 'Mesa Transversal', promovida por CONAVI dio inicio con el fin de compartir y aumentar el conocimiento sobre la eficiencia energética y sustentabilidad en la vivienda entre desarrolladores, agencias de cooperación internacional, la academia y los sectores público y privado; así mismo, CONAVI ha involucrado a los actores participantes dentro del proceso de desarrollo de la NAMA. Este proceso ha generado una herramienta de simulación que pueden utilizar arquitectos, ingenieros, desarrolladores y los constructores para comparar e implementar diseños sustentables.

Para poder promover el enfoque de "desempeño integral de la vivienda", tanto en la edificación como en los desarrollos ambientalmente responsables, también se requiere de construcción de capacidades en cuanto a la Política Pública de Vivienda a nivel municipal y estatal. De aquí que, CONAVI ha desarrollado una "Estrategia para la Vivienda Sustentable y su Entorno" (CONAVI, 2011), teniendo como objetivo a las autoridades locales, así como a actores sociales e institucionales que tengan competencia en estos asuntos. Su implementación prevé el involucramiento de los Organismos Regionales de Vivienda, (OREVIs) y de desarrolladores. A mediano plazo, la academia local, así como las instituciones de capacitación, también deberán ser atraídas como multiplicadores.

También se debe considerar, dentro del contexto de la NAMA, la cadena de suministro dentro del sector de la construcción. Estos actores requieren de información confiable, soporte individual (consultoría), y un criterio claro para poder desarrollar soluciones y orientar sus actividades empresariales hacia inversiones sustentables.

Además, la intensificación de la producción local y la instalación de equipos y materiales de construcción para la eficiencia energética, puede apoyarse por medio de información y capacitación al sector empresarial, técnicos de la construcción y la vivienda: plomeros, albañiles, electricistas, e instaladores de servicios, entre otros.

## 4.7.5 HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

Para la NAMA se pretende utilizar una herramienta de simulación común, que puede ser el SISEVIVE, que combina la calculadora de agua (SAAVI), así como la DEEVI, que cubre la eficiencia energética. Actualmente el SISEVIVE todavía está en su etapa de desarrollo y está en proceso de ser parametrizada para la NAMA de Vivienda. Durante la primera fase de implementación, CONAVI ha avanzado durante 2012 con diversos proyectos piloto con el apoyo de varios socios de cooperación y, cada uno de estos pilotos ha utilizado diferentes herramientas; principalmente, el PHPP para México, HOT 2000, Design Builder y Edge.

El propósito de estas herramientas es doble. El primero es el de ayudar a los desarrolladores y a los gobiernos locales a simular el impacto de las eco-tecnologías, los elementos de diseño, y los materiales, con el objeto de poder seleccionar los más apropiados para sus proyectos y municipios. El segundo es el de estimar el impacto general de la NAMA de Vivienda para los potenciales inversionistas y actores internacionales.

## 4.7.6 PROYECTOS PILOTO: DEMOSTRANDO LA NAMA DE VIVIENDA

Para hacer visibles la calidad y la eficiencia energética, CONAVI, SHF e INFONAVIT están implementando varios proyectos piloto, con el apoyo de donantes internacionales y desarrolladores de vivienda nacionales. Estos proyectos no sólo proporcionarán una excelente oportunidad de capacitación, sino que también aportarán datos valiosos para el desarrollo de la herramienta de planeación y una oportunidad para la calibración del sistema MRV.

Los proyectos piloto, conforman cerca de 2,780 viviendas sin contabilizar las casas de referencia- en 11 ciudades ubicadas en las cinco regiones bioclimáticas más representativas, involucran a 8 distintos desarrolladores de vivienda y a las OREVI de los municipios correspondientes.

Las viviendas son de diferentes tipos y presentan varias características de diseño, materiales, y eco-tecnologías, que resultarán en diferentes niveles incrementales de eficiencia, en relación con la línea base. Los sistemas MRV, para estos proyectos piloto, se acordaron entre los actores y pueden no ser idénticos entre sí, o bien con la propuesta para el "Monitoreo de Gases de efecto invernadero" presentado para la implementación nacional de la NAMA. Sin embargo, los proyectos piloto incluyen todas las etapas críticas: simulación, registro, verificación, monitoreo, reporte y validación y van a contribuir a un desarrollo posterior de mecanismos de incentivos financieros para la implementación de la NAMA.

Los proyectos piloto tendrán la siguiente distribución y nivel de eficiencia energética:

-  80% de las viviendas corresponderán a 'Eco Casa 1' construidas conforme los niveles de eficiencia: 1, 1.2 y 1.5 – similares a los costos incrementales del programa de "Hipoteca Verde".
-  15% de las viviendas serán construidas conforme a 'Eco Casa 2', de acuerdo con los niveles de eficiencia: 2, 2.1 y 2.5 – e incluirá una inversión adicional, más allá de los niveles de "Hipoteca Verde" para incluir mejores materiales, tecnologías, y/o renovables.
-  5% de las viviendas cumplirán con el nivel de eficiencia de 'EcoCasa Max' – con el costo incremental más alto.

Las viviendas piloto programadas en el 2012, cubrirán diversos estados de la república:

Figura 11: Mapa de los Proyectos Piloto NAMA previstos en el 2012\*



ZONAS  
BIOCLIMÁTICAS



- Cálido Seco
- Cálido Húmedo
- Cálido Semihúmedo
- Templado
- Semifrío

\* Mapa por actualizar.

Durante la primera fase de implementación de proyectos piloto en el 2012, se consideraron los siguientes proyectos a desarrollar para la NAMA:

## “PROGRAMA ECOCASA”

Esta iniciativa entre SHF, el Banco Mundial, el BID, CTF y KfW se aplicará durante un lapso de 8 años y se realizará en cuatro fases. Se espera que los recursos del CTF por 50 millones de dólares (USD), sirvan para la construcción de 2,690 viviendas, en coordinación con los siguientes desarrolladores de vivienda.

-  GEO (164 departamentos en Aguascalientes).
-  SADASI (1,000 casas en Monterrey y Ciénega de Flores, NL).
-  Vinte (316 casas en Tula y Pachuca).
-  ARA (1,210 casas en Huehuetoca, Acapulco y Monterrey).

## MEXICALI, 1,000 CASAS “PROYECTO PILOTO DE AISLAMIENTO TÉRMICO”

El proyecto de Mexicali está recibiendo fondos de un subsidio de CONAVI de 33 veces el salario mínimo por cada vivienda con eco-tecnologías pasivas y un suplemento de 16.8 millones de pesos mexicanos de SENER “Fondo para la transición energética y el uso sustentable de la energía” para eco-tecnologías activas. Así mismo, en 5 viviendas, el MRV recibió fondos de “Environment Canada”.

## “PROGRAMA MEXICANO-ALEMÁN PRONAMA”

Dentro del marco de trabajo para el componente de vivienda del programa NAMA, la GIZ apoya a CONAVI, por medio de

un proyecto piloto, dirigido a la prueba y demostración del alcance (estándares de eficiencia, financiamiento y MRV) del potencial de la NAMA de Vivienda en México. Específicamente, el proyecto tiene como mira el apoyar la implementación de las medidas y actividades para la planeación, el desarrollo y la construcción de, aproximadamente, 73 viviendas sociales con bajo consumo energético. Estas viviendas serán monitoreadas, por lo menos, durante 2 años, siguiendo el esquema del sistema MRV, definido por la NAMA. El piloto desarrollará viviendas con diferentes niveles de eficiencia:

-  EcoCasa 1 / Hipoteca Verde +: Medidas optimizadas de eficiencia energética, con el mismo costo incremental de la Hipoteca Verde.
-  EcoCasa 2: Aumento de la eficiencia energética y el confort, con un nivel más estricto, teniendo la oportunidad de replicar este modelo a una escala mayor.
-  EcoCasa Max: demostrará mitigación y ahorros potenciales, generados por una casa altamente eficiente.

Para este propósito, se seleccionó a DEREY y HERSO como desarrolladores de los proyectos piloto a construirse en Hermosillo, Morelia y Guadalajara, que representan diferentes regiones bioclimáticas (cálido seco y templado) y tipos (aislada, adosada y vertical).

## “PROYECTO DE VIVIENDA DE BAJO CARBONO”

El gobierno canadiense, a través de “Environment Canada”, está proporcionando financiamiento y asistencia técnica en ciencias de la construcción para la planeación, el diseño y la construcción de cerca de 20 nuevas viviendas en Aguascalientes, Cancún, y Playa del Carmen, trabajando con el Instituto Estatal para la Vivienda de Aguascalientes (IVSOP), así como los desarrolladores GEO, SADASI y HOMEX.

## 4.7.7 ELEVAR LA CONCIENCIA PÚBLICA

La Mesa Transversal, está desarrollando una estrategia de difusión 'interna' en México, utilizando varios canales de comunicación, con el propósito de aumentar la concientización general y obtener una participación más amplia. Esto podría hacerse a través de campañas en medios masivos de comunicación como la TV, el radio y la prensa escrita, así como por medio de la distribución de folletos y materiales informativos. Además se sugiere la creación de un sitio web para explicar y promover los beneficios de la NAMA. Los pilotos también son un medio excelente para promover el concepto ya que un ejemplo de vivienda construida ofrece mayor prueba que cualquier folleto, publicación o discusión.

## 4.7.8 CAPACITACIÓN Y CREACIÓN DE CAPACIDADES

Para el éxito de la NAMA de Vivienda, es crítico que los diferentes actores, tales como los ciudadanos, los desarrolladores y los gobiernos locales, tengan claridad en cuanto al valor y beneficios que se pueden generar por medio de esfuerzos pro-activos para mejorar la sustentabilidad habitacional. Con este propósito, se ha trabajado durante el 2012 mediante el grupo técnico correspondiente de la Mesa Transversal, con estas comunidades para mejorar la comprensión de la NAMA de Vivienda y los beneficios que este mecanismo conlleva en términos de costo-beneficio, industria local.

Con respecto a la planeación urbana y mejoras a la vivienda, son los gobiernos locales, en particular, los que deben estar involucrados en el proceso de toma de decisiones; por lo que para lograr una participación significativa al respecto, se considera necesario generar acciones de capacitación dirigidas a las autoridades locales, en cuanto a los beneficios de una estrategia para la Vivienda Sustentable y los tipos de tecnologías que se pueden emplear para lograr los resultados deseados. CONAVI en conjunto con actores relevantes han estado trabajando durante el 2012 para expandir y construir capacidades con los gobiernos locales por medio de las siguientes iniciativas:

-  Desarrollo, inicio y seguimiento de la instalación de la institución para apoyar la implementación de la NAMA de Vivienda.
-  Llevar una bitácora y un seguimiento del proceso de toma de decisiones participativo para asegurar la continuidad entre las administraciones locales.
-  Promover la concientización, en las autoridades locales, sobre la importancia de mitigar el cambio climático y el impacto que se puede lograr con acciones sencillas.
-  Poner a disposición de los gobiernos locales las herramientas y la experiencia necesarias para analizar el impacto de las acciones potenciales de mitigación.
-  Reducir las barreras a la implementación y promover el desarrollo sustentable en armonía con la infraestructura y los sistemas actuales.
-  Reforzar las capacidades estatales y municipales para el seguimiento del desempeño de las acciones de implementación, asegurando que se puedan adaptar las iniciativas, conforme se recopilen los datos y se conozca su impacto.
-  Capacitación de los municipios y de los grupos de trabajo comunitarios, presentando las lecciones aprendidas y los resultados para promover los cambios en la legislación y el alineamiento de los incentivos, dentro de los municipios.

Las autoridades locales han respondido a esta iniciativa:

-  Programando la capacitación para la concientización y celebrando acuerdos de mentor con instituciones federales.
-  Construyendo capacidades locales y comprometiendo a los representantes de la industria.
-  Participando en programas federales existentes (DUIS, Hipoteca Verde, etc...)

La meta de esta iniciativa es la de ayudar a los gobiernos locales a actualizar y adaptar instrumentos territoriales, tales como los que se enlistan a continuación, para apoyar la implementación de viviendas y comunidades de bajo carbono.

-  Planes de desarrollo urbano.
-  Gestión de tierras.
-  Regulaciones a la construcción.
-  Programas sectoriales.
-  Institución de normatividad local.

Los grupos industriales también son actores importantes en este proceso, ya que ellos serán los encargados de la instalación de tecnologías, de mejorar los diseños, y de comprar los materiales que, a fin de cuentas, resultarán en los logros de sustentabilidad deseados. Con este fin, CONAVI ha estado involucrando de manera activa a los desarrolladores de vivienda, así como a grupos de proveedores, tales como la

Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos (ANFAD).

La meta de este compromiso es la concientización y la construcción de capacidades dentro de la industria, para que las empresas nacionales puedan efectivamente responder ante las acciones emprendidas a nivel federal para mejorar el rendimiento de las viviendas. La meta es la de construir casas que reflejen un concepto común de sustentabilidad, es decir, reducciones en el consumo de agua, gas y energía eléctrica – con el propósito final de reducir las emisiones de los ocupantes.

Con esta meta, se han utilizado fondos de KfW, CTF, y del BID para:

-  Mejorar la herramienta SISEVIVE para que sea adecuada para los desarrollos mexicanos.<sup>21</sup>
-  Proporcionar talleres y capacitación a los desarrolladores en cuanto a las viviendas bajas en carbono.
-  Coordinar el intercambio de información con expertos internacionales especializados en la Vivienda Sustentable.
-  Crear criterios y capacitar a los verificadores, para que los diversos actores de la industria puedan monitorear internamente su desempeño relacionado con los estándares de EcoCasa, asegurando su cumplimiento con las iniciativas.
-  Publicar materiales educativos enfocados en una industria específica y grupos de actores para el uso y mantenimiento de eco-tecnologías.
-  Generar medios en forma escrita y vía internet.

<sup>21</sup> La Embajada Británica, a través de la Fundación IDEA, están calibrando la herramienta SISEVIVE a través del monitoreo de la línea base del desempeño de la vivienda.

“Environment Canada” también ha apoyado el alcance de la industria y ha proporcionado fondos para distintas actividades, incluyendo:

-  Talleres de capacitación en Aguascalientes y Cancún.
-  Talleres técnicos para desarrolladores basados en datos medidos.
-  Producción de materiales con el conocimiento adquirido para su distribución, por medio de talleres y del alcance de la industria.
-  Monitoreo de 5 casas con “Hipoteca Verde” en Aguascalientes, como caso de referencia.

Para informar acerca de estos programas, CONAVI ha participado en cooperación con instituciones internacionales, tales como GIZ e ICLEI, para apalancar sus experiencias para asegurar que las lecciones aprendidas de vivienda sustentable en el mundo, puedan ser traídas y adaptadas al contexto mexicano. Se está recibiendo apoyo adicional, por parte del Reino Unido, para poder evaluar el desempeño tecnológico por zona climática. Para el 2013, se llevará a cabo capacitación técnica específica con el software de simulación.



## 5 Sistema MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación

El propósito primordial del sistema MRV de cualquier NAMA, es el de medir el impacto de las medidas implementadas, con el fin de evaluar su contribución a los objetivos nacionales e internacionales de energía y de política climática.

El consenso general es que el MRV debe permitir una mayor flexibilidad y simplicidad que los enfoques actuales bajo el MDL, y que los procedimientos MRV deben ser prácticos, en vez de una carga, o una barrera para la implementación. La NAMA de Vivienda, tal y como se presenta en este documento, es una acción 'apoyada'; sin embargo, a largo plazo, puede llegar a ser posible que genere créditos o bonos de carbono. Con ese fin, se desarrolló el sistema MRV con suficiente fidelidad como para poder ser transformado a un programa crediticio, si es que las negociaciones internacionales avanzan en este tema.

En esta sección se aborda el progreso y las decisiones que se han tomado para el desarrollo de una metodología detallada para el cálculo del impacto de las emisiones de la NAMA de Vivienda, así como el sistema para medir, reportar, y verificar los datos necesarios para apoyar dicha metodología.

## **OBJETIVOS DEL SISTEMA MRV DEL "DESEMPEÑO INTEGRAL DE LA VIVIENDA"**

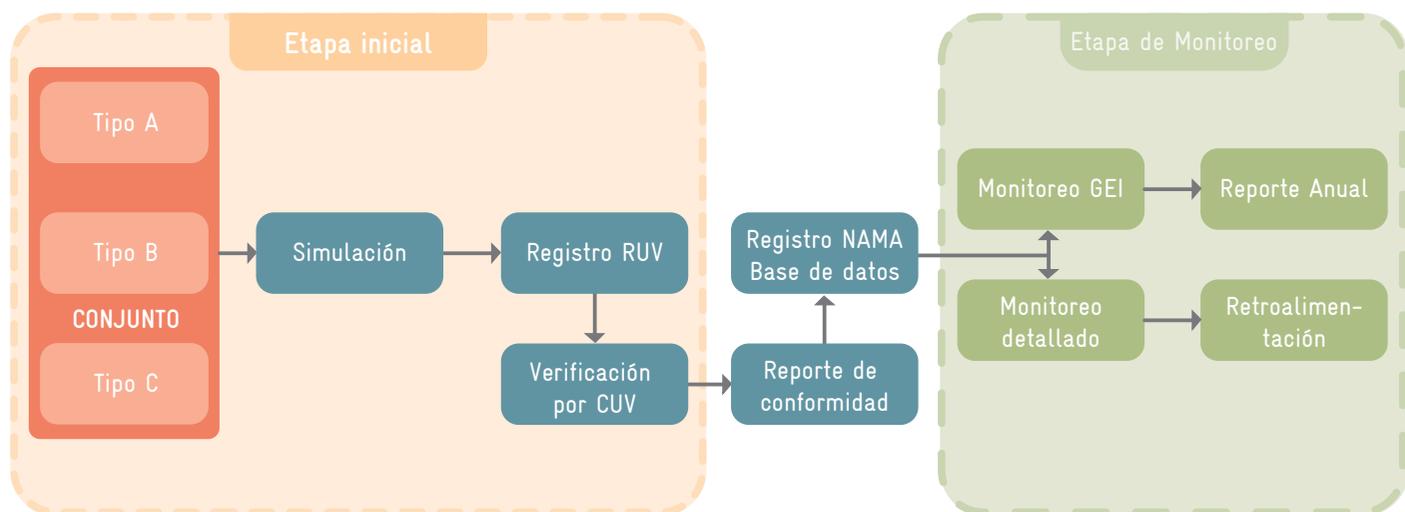
El diseño técnico de la NAMA de Vivienda hace que sea, tanto posible como práctico, realizar un estimado de las reducciones de emisiones resultantes a través del uso de un número limitado de medidas que, a su vez, se prestan a sí mismas para un monitoreo ex post, como parte de una metodología MRV. Dentro del contexto del sector vivienda mexicano, el sistema MRV, podría utilizarse para detectar los subsidios a la energía que fueron evitados, y esta información podría utilizarse a su vez para generar apoyo y solicitar fondos (de estos subsidios evitados) dentro del gobierno.

Con respecto a los avances en esta área, es importante destacar que la NAMA de Vivienda, es una de las muchas iniciativas dirigidas hacia la sustentabilidad del entorno de la construcción en México.

Con dicho fin, los diversos actores, a través de varias iniciativas, necesitaban llegar a un acuerdo en cuanto a la naturaleza y la frecuencia de la recopilación de datos, el uso de parámetros comunes y factores de emisiones y la adopción de una línea base común. El Sistema MRV y el desarrollo de la metodología a través de la "Mesa Transversal para la Vivienda Sustentable en México", se encuentran en proceso de desarrollar un sistema para la recopilación de datos y la emisión de reportes que pueda soportar la amplia variedad de acciones por lograr dentro del sector. El sistema MRV se basa en las instituciones y atribuciones existentes, optimizando los recursos financieros e institucionales vigentes.

Para la NAMA de Vivienda, el proceso de certificación, calificación y de MRV, consiste en dos fases distintas, como se detalla, a continuación:

Figura 12: Concepto del Sistema de Monitoreo



Fuente: CONAVI para la Mesa Transversal

## 1) FASE INICIAL

La primera fase ocurre durante el diseño y la construcción de las viviendas. El desarrollador define los parámetros de su proyecto de vivienda sustentable y simula los resultados utilizando la herramienta de simulación SISEVIVE. A continuación, se registran las casas en el RUV, incluyendo las eco-tecnologías, las características, y los materiales que constituyen el diseño sustentable – y se asigna una Clave Única de Vivienda (CUV) para identificar la casa. Durante la construcción, un verificador calificado, asegura que la edificación esté de acuerdo con las características del diseño simulado, y que el diseño presentado ante el RUV sea el adecuado. Una vez que todo esto haya sido confirmado, y la casa terminada, la vivienda se ingresa en la base de datos NAMA.

## 2) FASE DE MONITOREO

82 Una vez que la casa ha sido comprada, ésta puede participar en uno de los dos tipos de sistemas de monitoreo. El primero referido como sistema de “Monitoreo de Gases de Efecto Invernadero” o simple está enfocado a la recopilación de los datos necesarios para calcular el impacto de las emisiones de la NAMA de Vivienda. El Segundo, denominado sistema de “Monitoreo Detallado”, está enfocado en la recopilación de un rango más amplio de indicadores que pueden utilizarse para calibrar los modelos de emisiones y rastrear las variables importantes para el desarrollo de políticas públicas y de los estándares técnicos, además de los gases de efecto invernadero.

### DETALLES DEL SISTEMA MRV PARA EL MONITOREO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (SIMPLE)

Con el sistema de monitoreo de gases de efecto invernadero (“Monitoreo GEI”), se dará seguimiento de una muestra representativa de viviendas y se estimará, dentro de un nivel de confiabilidad del 90%, el desempeño de las emisiones de

estas casas, monitoreando cuatro parámetros clave.

Los datos medidos de consumo recopilados por dicho sistema se multiplicarán por los factores de emisión para calcular el desempeño de las emisiones de las casas NAMA. El perfil de emisiones resultante se comparará con el desempeño de las casas de “referencia” (Línea Base), es decir, aquellas que sean del mismo tipo (aislada, adosada, vertical) en la misma zona bioclimática – y la diferencia calculada será la cantidad de reducción de emisiones.

La siguiente Tabla contiene los parámetros clave que serán recopilados por el sistema MRV, para calcular las emisiones por casa.

**Tabla 8: Detalles del Sistema de Monitoreo de Gases de Efecto Invernadero**

Parámetro	Unidad	Frecuencia de recopilación	Fuente	Recopilado por
Consumo de Electricidad	kWh	Bimensual Agregado anual	Medidor de Electricidad de CFE	CFE
Consumo de Gas	Litros	Anual	Medidor de Gas (a ser instalado) o simulación	DIT
pop Consumo de Agua	Litros	Agregado anualmente	Medidor de Agua de CONAGUA	DIT
Ocupación	Personas	Anual	Encuesta	Encuesta

Fuente: Mesa Transversal

Los datos de los servicios públicos serán recopilados a través de acuerdos con los prestadores de servicios más relevantes. Para el consumo de agua y gas, es posible que se tengan que instalar medidores en las casas NAMA y en las de referencia. Con el propósito de tener un seguimiento de los parámetros de ocupación y hábitos de consumo, a los residentes se les aplicará una encuesta en donde se les preguntará el número de habitantes y el tiempo que permanecen en sus casas. Esta encuesta también se utilizará para confirmar que los aparatos electrodomésticos eficientes, así como otro tipo de eco-tecnologías todavía permanecen en los hogares y que están siendo utilizados.

Además de los datos recopilados periódicamente, se recopilarán los siguientes datos para el registro de la vivienda:

 Calentador de agua, tipo y capacidad.

 Sistema solar, tipo y capacidad.

 Refrigerador, tipo y capacidad.

 Electrodomésticos principales, tipo y capacidad.

 Iluminación, tipo y capacidad.

 Ahorro estimado, a partir de las características de diseño.

La base de datos NAMA se utilizará para almacenar dicha información, que podrá ser compartida con otros programas para asegurar su comparabilidad.

### Ejemplo del Sistema de Monitoreo y Tamaño de la muestra

- Universo: 500 viviendas.
- Para un monitoreo de gases de efecto invernadero, con una precisión del 90/10: Se requiere una muestra de 60 viviendas.
- Monitoreo Detallado que corresponde al 3% de la muestra del monitoreo de gases de efecto invernadero: dos viviendas.

Fuente: CONAVI, SEMARNAT. MRV Sistema para la 'Vivienda Sustentable NAMA' en México. Ciudad de México 2012, Tabla 16

### Características de muestra de línea base por región

- Con el apoyo de las autoridades locales, la NAMA seleccionará todas las casas de referencia de entre toda la región de implementación.
- Los implementadores brindarán su apoyo al monitoreo de casas de referencia, en un número acordado en la 'Mesa Transversal', en busca de lograr una muestra representativa por ciudad.

### Proceso de selección para las casas de referencia

- Para consolidar las mediciones de la línea base, a través de las varias iniciativas, la NAMA se ajustará a los criterios geográficos del PoA para la Vivienda.

## DETALLES DEL SISTEMA MRV PARA EL MONITOREO DETALLADO

En la primera fase, el sistema de monitoreo detallado se implementará en el 3% de las viviendas monitoreadas y se recopilarán datos que podrán ser utilizados para calibrar los modelos de gases de efecto invernadero, dar seguimiento a los co-beneficios y medir el “desempeño integral de la vivienda”, que puede ser utilizado para obtener intervenciones de diseños de tecnología y políticas mejor informadas. El objetivo del sistema de monitoreo detallado, es el de poder mejorar, permanentemente, la tecnología, el diseño y el desempeño de los materiales para cada zona climática.

Los datos también se utilizarán para asegurar que los prototipos estén definidos con toda precisión, y que los recursos estén siendo optimizados por tipo de vivienda y zona climática.

Cada vivienda, dentro del sistema de monitoreo detallado, tendrá un seguimiento de por lo menos 14 meses, e idealmente 24 meses, en dos ciclos continuos. Las mediciones recabadas se registrarán dentro de la base de datos NAMA.

Los datos se recopilarán a través de mediciones directas, así como a través de encuestas distribuidas entre los propietarios de viviendas y los desarrolladores de casas.

Tabla 9: Aspectos del Sistema de Monitoreo Detallado

Parámetro	Unidad	Frecuencia / Medición directa	Encuesta	
Mediciones en cada vivienda				
Consumo de energía eléctrica	kWh	hora, mensual, agregado anual	X	
Consumo de gas (templado y frío)	Metros cúbicos	mensual, agregado anual	X	X
Consumo de agua	Litros/persona /día	mensual, agregado anual	X	X
Temperatura en interiores	°C	hora, mensual, agregado anual	X	
Temperatura en muros interiores, mayor coexistencia	°C	hora, mensual, agregado anual	X	

Temperatura en exteriores	°C	hora, mensual, agregado anual.	X	
Humedad relativa en interiores	%	hora, mensual, agregado anual.	X	
Humedad relativa en exteriores	%	hora, mensual, agregado anual.	X	
<b>Desglose de consumo de energía eléctrica:</b>				
Aire acondicionado	kWh	hora, mensual, agregado anual.	X	
Consumo de electricidad para la iluminación	kWh	hora, mensual, agregado anual.	X	
Consumo de electricidad para Resistencias (principales electrodomésticos)	kWh	hora, mensual, agregado anual.	X	
<b>Consumo de agua para los principales dispositivos que utilizan agua:</b>				
Regadera	Litros / persona / día y frecuencia de uso	Para bañarse, mensual, agregado anual		X
Llaves de cocina				X
Lavadora de ropa				X
<b>Para la vivienda en zonas templadas y frías, o con AC</b>				
Hermeticidad de la casa	Bpm	Una vez	X	
Niveles de CO <sub>2</sub>	# de cambios de aire / hora a 50 Pa	Una vez	X	

La siguiente tabla, muestra, en detalle, los parámetros que deben monitorearse para diferentes proyectos, considerando el nivel de prioridad (1 a 4)

**Tabla 10: Parámetros Comunes a través de las Iniciativas de Vivienda Sustentable**

	Elemento a monitorear	Unidad de medida	Zona climática	Periodicidad Mínima	¿Cómo se medirá?	Prioridad (1-4)
1	Consumo de electricidad por vivienda	kWh	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Bitácora de Datos /- G-meter	1
2	Consumo de electricidad para enfriamiento (AC)	kWh	Climas cálidos	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Bitácora de Datos /- G-meter	1
3	Consumo de electricidad para calefacción	kWh	Toda pero cálidas / húmedas	Mensual, Anual	Relación identificada entre HDD y el consumo	3
4	Consumo de electricidad por refrigerador	kWh	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Bitácora de Datos /- G-meter	2
5	Consumo de electricidad por iluminación	kWh	Donde lo permite la instalación	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Cuando la instalación eléctrica para la iluminación tiene un circuito eléctrico independiente	4
6	Consumo de electricidad por electrodomésticos	kWh	Donde lo permite la instalación	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Cuando la instalación para el electrodoméstico tiene un circuito eléctrico independiente	4

	7	Consumo de gas	m <sup>3</sup>	Todas (Priorizar áreas templadas y frías)	Mensual, Anual	Medidor instalado en la tubería de entrada (toma) /- G-meter-	1
	8	Agua consumida	Litros /persona /día	Todas	Mensual, Anual	Medidor instalado en la tubería de entrada (toma) /- G-meter-	1
88	9	Agua consumida por lavadora de ropa	Litros / persona / día y frecuencia de uso	Todas	Por carga, Mensual, Anual	Deducción: encuesta, monitoreo eléctrico y volumen de agua consumido	3
	10	Agua consumida por regadera	Litros / persona/ día y frecuencia de uso	Todas	Por baño, Mensual, Anual	Deducción: encuesta, consumo por hora y volumen de agua consumido	3
	11	Agua consumida por excusado	Litros / persona / día y frecuencia de uso	Todas	Por carga, Mensual, Anual	Deducción: encuesta y características tecnológicas	3
	12	Agua potable	Litros / persona / día	Todas	Mensual	No se mide	3
	13	Temperatura al interior de la casa	°C	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Sensor interior en un área de alto uso	1
	14	Temperatura de los muros interiores	°C	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Sensor interior en el lado más soleado de la casa	1

15	Temperatura techo interior	°C	Todas	No se midió	Sensor	3
16	Temperatura interior de piso interiores	°C	Todas	No se midió	Sensor	3
17	Temperatura exterior	°C	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Sensor, Estación climatológica	1
18	Humedad relativa al interior	%	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Sensor	1
19	Humedad relativa de muros interiores	%	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Sensor interior en un área de alto uso	3
20	Humedad relativa exterior	%	Todas	Por hora, Diario, Mensual, Anual	Sensor en el lado menos asoleado de la casa	1
21	Niveles interiores de CO <sub>2</sub> (indicador de la calidad del aire)	ppm	Todas (particularmente en casas herméticas al aire)	No se midió	Bitácora de datos montada en la sala (estancia)	3
22	Hermeticidad	Tasa de intercambio de aire	Mexicalli, Cancún y Aguascalientes	Una muestra	Una sola vez se aplica la prueba de hermeticidad "Blowerdoor"	2

## ESTIMACIÓN DE LA LÍNEA BASE

Ya que la NAMA propuesta considera la eficiencia energética a partir del desempeño integral de la vivienda, el enfoque más natural para la configuración de la línea base, como para el monitoreo, sería el adoptar un indicador de desempeño clave, y medir los logros teniendo un prototipo meta. Con programas de eficiencia en la construcción, un indicador de desempeño clave se expresa comúnmente en emisiones de gases de efecto invernadero, o de consumo de energía por superficie bruta de la edificación y se establece basándose en los datos de consumo de energía reales obtenidos de una muestra de edificaciones.

Figura 13: Zonas Climáticas para NAMA a escala nacional



## LÍNEA BASE/CONDICIONES DE REFERENCIA

Ya se tomaron las decisiones clave en cuanto a las características que constituirán la línea base, prácticas de construcción habituales, contra las cuales se medirá el rendimiento de la NAMA.

Desde una perspectiva metodológica, la línea base reflejará el cumplimiento de la NOM 020 y los siguientes factores:

-  3 tipos de viviendas (aislada, adosada y vertical)
  
-  7 zonas bioclimáticas
  - Templado subhúmedo
  - Templado húmedo
  - Seco y semi-seco
  - Muy seco
  - Cálido subhúmedo
  - Cálido húmedo
  - Frío de alta montaña
  
-  Se da por hecho que las casas tienen una superficie de 40m<sup>2</sup>
  
-  Ciclo de vida de 30 años
  
-  Se asume que las viviendas tendrán 2 ocupantes (ya que los ocupantes no están usando la propiedad el 100% del tiempo)
  
-  Se asume que las viviendas mantendrán un rango de temperatura “de confort”, entre los 20°-25° Centígrados (esta cifra puede actualizarse, una vez que se reciban los datos de los pilotos)

-  Las casas de referencia, no deberán tener más de 3-5 años de antigüedad que las casas NAMA

### Materiales para la Construcción de las Viviendas:

-  Pisos y losas de concreto con muros de concreto reforzado, o mampostería de concreto
  
-  Ventanas con un solo vidrio, con marcos de aluminio, sin aislamiento.

Desde una perspectiva técnica, se acordó que las casas referencia tendrían las siguientes características:

**Tabla 11: Características de las Casas de Referencia**

Elemento	Descripción
Tipo de iluminación	Lámparas compactas flourecentes
Aparatos electrodomésticos	Refrigerador 2.68 kWh/d Televisión 0.19 kWh/d Lavadora de ropa 0.32 kWh/d Horno de microondas 0.17 kWh/d  Fuente: INFONAVIT 2011a, INFONAVIT 2011b, luz y fuerza n.d., SENER 2011.
Calentador de agua	Calentador de agua de paso, gas o L.P. (eg CINSA CDP 06)
Estufa para cocinar	Estufa de gas o LP
Ganancias calóricas internas	5.3 W/m <sup>2</sup>
Hermeticidad (Intercambio de aire)	5 h <sup>-1</sup>
Factores primarios de energía	Mezcla eléctrica: 2.7 kWhPrim/kWhFinal Gas/LP: 1.1 kWhPrim/kWhFinal Fuente: Enerdata et al. 2011 y PHPP

En términos de la frecuencia para el muestreo de la línea base, el principal enfoque utilizado, es el de actualizar las características de la línea base cada tres a cuatro años, y poder capturar, así, los cambios en los patrones del uso de energía. Durante estos años, la línea base sólo se ajustará para variaciones climáticas, usando los ajustes para grados días de enfriamiento.

Durante todo el ciclo de medición, se llevará a cabo una calibración adicional comparando los mismos proyectos versus la línea base, vía herramientas de simulación. Para poder establecer parámetros de ajuste para el software, según sea necesario, y para interpretar los resultados de la simulación, en forma adecuada, se analizarán los resultados de eficiencia.

## ACTUALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS CLAVE

El progreso del grupo de trabajo técnico, en el desarrollo de una metodología común y de los enfoques de simulación, depende del uso de parámetros, con el propósito de asegurar que todas las partes están llegando a los mismos resultados al usar los mismos datos. Más aún, hay muchas iniciativas que tienen como meta el mismo sector de la vivienda. El asegurar que todos estos programas estén utilizando los mismos parámetros, le permite a México y a los actores clave, simplificar la recopilación de datos y la emisión de reportes de todas estas acciones.

Los parámetros clave y los factores de emisión que se han identificado para la armonización, incluyen la magnitud de las emisiones por el suministro de agua y energía. A continuación, se presentan dos tablas donde se delinearán los parámetros comunes que serán utilizados para la simulación y los factores de emisión que serán usados para convertir dichos datos a su impacto de emisiones.

Tabla 12: Factores de Emisión Comunes y Datos Caloríficos<sup>22</sup>

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad	Fuente	Comentario
FE <sub>GN</sub>	Factor de Emisiones Gas Natural	55.82	tCO <sub>2e</sub> / TJ	INE, IPCC (1996)	Estos factores están, directamente, multiplicados por factor de oxidación y de conversión a CO <sub>2</sub> , de forma tal que no necesitan tomar en cuenta el almacenamiento de combustible
FE <sub>GLP</sub>	Factor de Emisiones Gas Licuado de Petróleo	62.436	tCO <sub>2e</sub> / TJ	INE, IPCC (1996)	
FE <sub>Gasolina</sub>	Factor de Emisiones Gasolina	68.607	tCO <sub>2e</sub> / TJ	INE, IPCC (1996)	
FE <sub>Diesel</sub>	Factor de Emisiones Diesel	72.326	tCO <sub>2e</sub> / TJ	INE, IPCC (1996)	
FE <sub>Red</sub>	Factor de Emisiones Electricidad suministrada	0.5862	tCO <sub>2e</sub> / MWh	SEMARNAT (2010), CFE (2012)	Sistema eléctrico Nacional
		0.425	tCO <sub>2e</sub> / MWh	CMM (2012) - BC	Baja California
FE <sub>Agua</sub>	Factor de Emisiones Agua Suministrada	1.32	kWh / m <sup>3</sup> de agua suministrada	CMM (2012)	Sólo en el Valle de México <sup>23</sup>

<sup>22</sup> Estos factores se actualizarán periódicamente basados en datos recabados por el sistema de monitoreo integral y los factores armonizados de SEMARNAT a ser publicados dentro de los próximos 2 años.

<sup>23</sup> Factores regionales adicionales están en desarrollo

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad	Fuente
VCN <sub>GN</sub>	Valor Calorífico Neto Gas Natural	48	TJ / Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 – Energía
VCN <sub>GLP</sub>	Valor Calorífico Neto Gas Licuado de Petróleo	47.3	TJ / Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 – Energía
VCN <sub>Diesel</sub>	Valor Calorífico Neto Diesel	43	TJ / Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 – Energía
VCN <sub>Gasolina</sub>	Valor Calorífico Neto Gasolina	44.3	TJ / Gg	2006 IPCC Directrices para los Inventarios nacionales de Gases de efecto invernadero – Volumen 2 – Energía

Otra área donde los actores están comprometidos es en la mejora de la clasificación de las zonas bioclimáticas.

En la clasificación original cada estado de la república está clasificado con un solo tipo de clima, ya que se clasificó primero el clima de cada municipio, y después, se le atribuyó a toda la región el tipo de clima que correspondía a la mayoría de los municipios, CONAVI e instituciones del sector, están trabajando para mejorar el mallado de la clasificación bioclimática y poder considerar, así, las diferencias climáticas de manera más precisa en el país. Se espera el uso de siete zonas climáticas, para su implementación a escala nacional.

## BARRERAS Y RETOS

La principal barrera para la implementación del sistema MRV tiende a ser el acceso a los datos. Así mismo, la falta de procedimientos necesarios y marcos de trabajo institucionales, de personal capacitado y/o recursos, puede propiciar retos adicionales.

La NAMA de Vivienda ha emprendido grandes avances hacia el acceso de los datos necesarios para operar los sistemas MRV, a través de una serie de acuerdos formales con los proveedores de servicios públicos, tales como CFE, CONAGUA, y DTI. El tema adquiere mayor relevancia para las unidades habitacionales. La cuestión del acceso puede llegar a ser más compleja en el caso de las casas de referencia, donde se tendrían que introducir las iniciativas para tener acceso a la misma cantidad de datos.

Otro reto involucra el balance de la necesidad de estimados más robustos y confiables y la necesidad de mantener la flexibilidad, la simplicidad y la costo-eficiencia del sistema MRV de la NAMA que se propone. El sistema MRV, idealmente podrá ser tan preciso como sea necesario y tan simple como sea posible. Una vez que se desarrolle la guía por parte de la UNFCCC, que puede tardar años, los requisitos específicos para el registro conforme un régimen internacional podrían incorporarse al sistema MRV que se propone.

Este reto, primordialmente concierne a temas metodológicos, tales como la selección del enfoque de la línea base, la selección de los métodos de recopilación de los datos de monitoreo, selección de la métrica de monitoreo y la frecuencia de monitoreo.

En los siguientes meses, conforme se refine y se desarrolle, aún más, el concepto NAMA propuesto, se llevará a cabo un análisis más amplio, con el fin de establecer la disponibilidad de datos, la adecuación de los enfoques identificados y las posibilidades de las sinergias debidas a la necesidad de coordinación entre las varias iniciativas climáticas, en el sector vivienda en México.

La base de datos NAMA que se está desarrollando será una fuente centralizada de información para los reguladores, los investigadores y los desarrolladores, para que puedan evaluar y comparar el rendimiento de los desarrollos habitacionales sustentables.



## 6 Financiamiento de la NAMA: Recursos necesarios y configuración institucional

## 6.1 COSTOS DE INVERSIÓN INCREMENTALES Y AHORROS DE ENERGÍA

Los costos incrementales, se calcularon por medio de una estimación de costos de las medidas adicionales, para cada caso, desde Eco Casa 1 hasta Eco Casa Max. Un primer estimado, 'costos actuales' refleja los costos incurridos, en caso de que los estándares de construcción mejorados fueran instituidos inmediatamente. Esto presupone que los componentes de Eco Casa Max, tales como las ventanas eficientes y las unidades de ventilación con recuperación de calor no se ofrecen dentro del mercado mexicano y que, por lo tanto, son más costosos.

Un segundo escenario se elabora sobre el supuesto (más realista) de que una vez que la edificación con eficiencia energética sea común en México, a través de la NAMA, los

costos de los componentes bajarían, significativamente, debido a la producción local de los componentes para la construcción y a una situación de competencia en el mercado. Este escenario se conoce como 'costos (inversión) a futuro'.

Es más, al evaluarse las medidas de eficiencia energética mejoradas, desde el punto de vista económico, aparte de los costos de inversión de capital, siempre deberían factorizarse los costos de suministro de energía y otros costos de operación. Tal y como se muestra en las siguientes gráficas, los costos de energía reducidos (y los subsidios reducidos), sobrepasan los costos de inversión más altos para la construcción de viviendas más energéticamente eficientes.

En la Tabla 13, se muestran los supuestos básicos para el cálculo.

Tabla 13: Condiciones marco para el cálculo de los costos de ciclo de vida

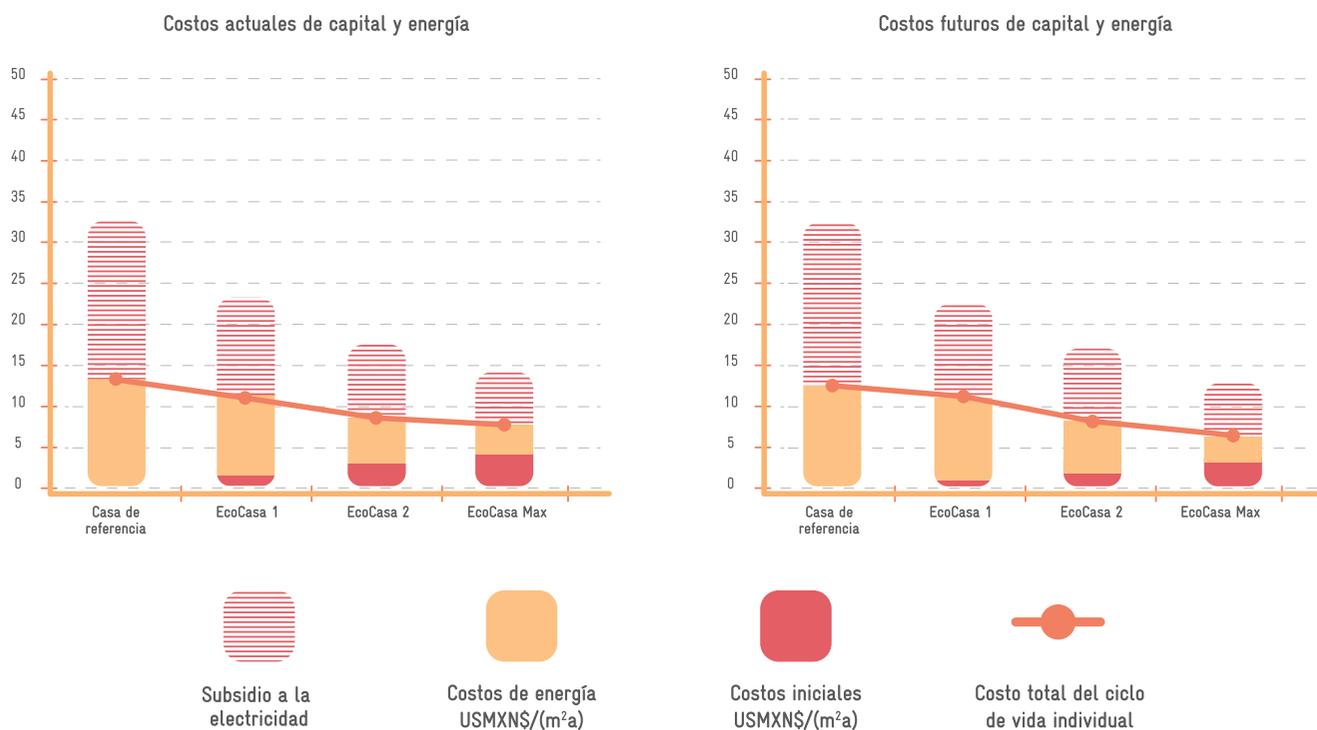
Elemento	Descripción	Unidad
Tasa de interés real	2.00%	p.a.
Ciclo de vida	30	Años
Precio del gas	1	MXN/kWh
Aumento al precio del gas	2.1%	p.a.
Precio de la electricidad	1.1	MXN/kWh
Aumento al precio de la electricidad	4.0%	p.a.
Subsidio al precio de la electricidad	1.9	MXN/kWh
Aumento al subsidio	6.0%	p.a.

Las siguientes gráficas, demuestran los costos incrementales al ciclo de vida de las construcciones verticales en cuatro zonas climáticas. En comparación con el caso base, los costos incrementales de capital anuales (anualidades) se muestran en rojo, los costos de energía promedio para cada propietario se muestran en naranja, mientras que los subsidios anuales implícitos por el consumo de energía del propietario se muestran en rojo rayado.

La introducción de medidas de eficiencia energética aporta significativos ahorros de energía. Los ahorros logrados también afectan el costo total de ciclo de vida de la vivienda; sin embargo, parte de ello es un subsidio

ahorrado, que no llega, directamente, al propietario de la vivienda. Los más económicos son los dos estándares intermedios de eficiencia energética, Eco Casa 1 y Eco Casa 2. Sus costos incrementales no difieren, significativamente, sin importar la zona climática. La opción más costosa es la de Eco Casa Max, aun cuando, a fin de cuentas, su costo se ve compensado por los ahorros en el costo de energía y los subsidios, haciendo que, a la larga, sea la opción más económica. Conforme pase el tiempo, se espera que los costos de las opciones escaladas, tales como Eco Casa 2 y Eco Casa Max, disminuyan debido a la baja gradual del costo de los materiales y servicios asociados.

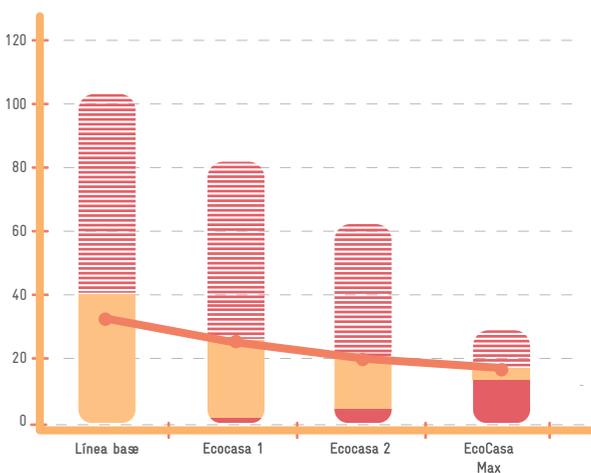
Figura 14: Costos actuales y a futuro de las mediciones de eficiencia energética en Guadalajara (vertical, 40m<sup>2</sup>)



Fuente: Instituto de la Casa Pasiva

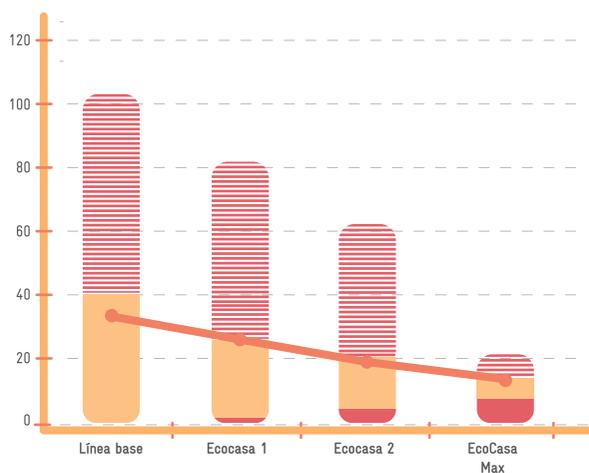
Figura 15: Costos actuales y futuros para las medidas de rendimiento energético en Cancún (vertical, 40m<sup>2</sup>)

Costos actuales de capital y energía



© Passivhaus Institut

Costos de inversión a futuro y costos de energía



© Passivhaus Institut



Subsidio a la electricidad  
US\$/m<sup>2</sup>a



Costos de energía  
US\$/m<sup>2</sup>a



Costos Iniciales  
US\$/m<sup>2</sup>a



Costos total del ciclo de vida individual

Fuente: Instituto de la Casa Pasiva

## 6.2 RECURSOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NAMA

### 6.2.1 ACCIONES DIRECTAS DE MITIGACIÓN

La Tabla 15 resume las necesidades financieras actuales (donaciones para que haya subsidios disponibles para cubrir, en parte, los costos de inversión adicionales) así como los

beneficios asociados (ahorros en gastos de energía para las viviendas, en subsidios para el gobierno y las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>) para la implementación de los tres estándares de eficiencia energética, conforme a la NAMA, en una forma ilustrativa por 1,000 unidades habitacionales de diferentes tipos y tamaños.

**Tabla 14: Costos de inversión para tres estándares de eficiencia energética por 1,000 unidades habitacionales**

	Casas	Costos adicionales totales	Costo por propietario de vivienda (monto del subsidio)	Ahorros totales de CO <sub>2</sub> durante el ciclo de vida	Costos de energía ahorrados (individuales)*	Costos de energía ahorrados (subsidios a la electricidad)**
Aislada + Adosada	# Viviendas	USD mio	USD mio	tCO <sub>2</sub>	USD mio	USD mio
Eco Casa 1 40 m <sup>2</sup>	1000	1.72	0.34	26 052	5.134	7.094
Eco Casa 1 70 m <sup>2</sup>	1000	2.55	0.51	38 752	7.636	10.552
Eco Casa 2 40 m <sup>2</sup>	1000	5.31	1.59	53 982	10.637	14.699
Eco Casa 2 70 m <sup>2</sup>	1000	7.90	2.37	80 298	15.823	21.864
Eco Casa Max 40 m <sup>2</sup>	1000	14.45	7.22	70 242	13.841	19.126
Eco Casa Max 70 m <sup>2</sup>	1000	21.49	10.75	104 485	20.589	28.450

Vertical	# Viviendas	USD mio	USD mio	tCO <sub>2</sub> e	USD mio	USD mio
Eco Casa 1 40 m <sup>2</sup>	1000	2.10	0.42	10 212	2.012	2.781
Eco Casa 1 70 m <sup>2</sup>	1000	3.13	0.63	15 190	2.993	4.136
Eco Casa 2 40 m <sup>2</sup>	1000	4.73	1.42	44 772	8.822	12.191
Eco Casa 2 70 m <sup>2</sup>	1000	7.04	2.11	66 598	13.123	18.134
Eco Casa Max 40 m <sup>2</sup>	1000	10.90	5.45	80 100	15.784	21.811
Eco Casa Max 70 m <sup>2</sup>	1000	16.21	8.10	119 149	23.479	32.443
Total		97.54	40.92	709 833	140	193

Fuente: PHI e IzNFriedrichsdorf

## 6.2.2 ACCIONES INDIRECTAS DE MITIGACIÓN (ACCIONES DE APOYO)

Se estimó el costo de las acciones de apoyo para la primera fase de la NAMA, es decir del 2012 al 2016. Las estimaciones se basaron en el supuesto de una puesta en funcionamiento de, aproximadamente, 60,000 casas, a lo largo de cinco años, conforme a varios estándares. Debido a la naturaleza de la NAMA, no es probable que el costo de las acciones de apoyo aumente

significativamente, en caso de una implementación más rápida. Lo más probable es que hasta un número de 200,000 casas, los costos permanezcan estables, aún cuando a niveles más altos sí podrían aumentar. Varios donantes y agencias bilaterales/multilaterales para la cooperación y el desarrollo (GIZ, la embajada Británica, entre otros.) están, actualmente, implementando actividades en México y las acciones de apoyo tendrán que coordinarse con estos esfuerzos.

Tabla 15: Costo de las acciones de apoyo

Núm.	Tipo de acciones de apoyo	Necesidad financiera
1	Establecimiento institucional y administración de la NAMA	USD 3 009 000
2	Reglamentos de construcción y procedimientos para el otorgamiento de permisos	USD 910 000
3	Creación de capacidades	USD 4 482 000
4	Proyectos piloto y adaptación del software	USD 1 830 000
5	Difusión y publicidad	USD 1 419 000
	<b>TOTAL</b>	<b>USD 11 650 000</b>

## 6.2.3 CONTRIBUCIÓN MEXICANA

México ya está utilizando el programa de subsidios de la CONAVI, para promover la eficiencia energética. Por ejemplo, Esta es Tu Casa está directamente vinculado a Hipoteca Verde y a características mínimas de sustentabilidad (Paquete Básico). Esto demuestra que México es capaz y está dispuesto a ofrecer un co-financiamiento substancial. Además, los ahorros de energía logrados por medio de la NAMA, reducirán los costos para el gobierno mexicano.

Los estimados para un apoyo adicional, por parte de los donantes, para el financiamiento de la NAMA, se basan en las siguientes dos premisas con respecto a la contribución del país:

 Las subvenciones NAMA del lado de la demanda solo cubren una parte de los costos de inversión adicionales (20%, 30% y 50% dependiendo del estándar Eco Casa 1, Eco Casa 2 o Eco Casa Max).

 El monto probable de subsidios que CONAVI tendrá para el 2012 es de MXN 9,000m (USD 677m), en comparación con MXN 5,000m, o USD 376m en el 2011

los donantes pueden establecer la cooperación, directamente con CONAVI, quien proporcionará asistencia coordinada mediante la Mesa Transversal.

Para determinar cómo atraer y apalancar mejor el financiamiento público y privado, los “usuarios finales” de los fondos NAMA deberán ser examinados y enunciados, para alinear las opciones potenciales de reintegración de los actores financieros con los resultados deseados del proyecto.

En general, los fondos NAMA pueden dirigirse a tres usuarios finales: apoyo a la oferta de viviendas NAMA (desarrolladores), apoyo a la demanda de viviendas NAMA (hipotecas), y para proporcionar MRV y servicios de creación de capacidades que permitan la operación de la NAMA.

## 6.3 ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO PARA LA NAMA DE VIVIENDA

El ‘Fondo NAMA’ se establecerá como un vehículo financiero para ser el receptor inicial de los fondos de los donantes, ya sea en forma de créditos blandos, o donaciones. La contribución inicial será efectuada por el gobierno mexicano. No obstante, para lograr un alto nivel de penetración y escalamiento, se requieren fondos adicionales más allá de los que pueda proporcionar el gobierno mexicano. El financiamiento climático, los donantes internacionales y la inversión privada, serán fuentes potenciales de fondos para la NAMA de Vivienda. Mientras que se crea el fondo NAMA,

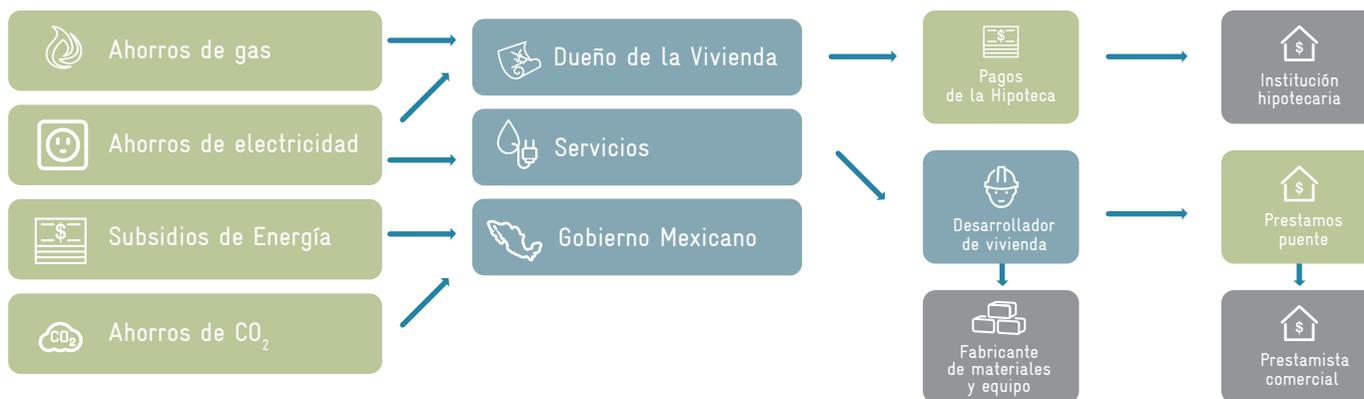
Figura 16: Necesidades de Fondos de la NAMA



Fuente: Point Carbon Thomson Reuters

Queda claro que la disminución del consumo general de energía genera ahorros que tienen un valor económico real. Sin embargo, para apalancar las finanzas públicas y privadas y crear un conducto para pagos basados en el desempeño, es necesario evaluar dónde es que los diferentes actores pueden captar valor. A fin de cuentas, este análisis informará acerca de las estructuras necesarias para canalizar el valor creado en apoyo de las actividades sustentables de la NAMA.

Figura 17: Valores Capturados por los Diversos Actores de la NAMA (Fuente: Point Carbon Thomson Reuters)



106

### 6.3.1 APOYO FINANCIERO PARA EL LADO DE LA DEMANDA

El competente hipotecario es una de las partes más importantes del diseño de la NAMA, ya que impulsa la demanda de viviendas eficientes. Sin demanda, aún las condiciones más favorables para los desarrolladores no resultarían en programas exitosos. Cabe resaltar que entre mayor demanda se logre generar en el mercado, menor ayuda requerirán los proveedores, ya que, implícitamente, se reduce el riesgo de que no se vendan las viviendas.

A fin de cuentas la NAMA logra reducciones de emisiones, disminuyendo el consumo de electricidad, gas y agua por unidad de vivienda. Los retornos sobre las inversiones para la eficiencia energética residencial, se ven impulsados por el desempeño tecnológico y el ahorro en costos resultante en la ocupación de la vivienda.

Bajo un modelo de financiamiento de eficiencia energética 'tradicional', la cantidad que se ahorra en estos costos recurrentes, es suficiente como para compensar el costo financiero del equipo instalado. Este modelo se basa en dos supuestos: (1) que el propietario de la vivienda sea capaz y esté dispuesto a asegurar el capital para comprar el equipo y los materiales y; (2) que el valor que se ahorra como costo sea lo suficiente como para pagar (e idealmente exceder) los pagos mensuales del equipo.

Sin NAMA, ninguno de estos supuestos tendría valor. Como se ilustra en la Figura 18, el gobierno y no el propietario de la vivienda, es el que se beneficia con la reducción de pagos de subsidios. En México, en promedio, un 60% de los costos de la energía consumida en la vivienda se cubren a través de

Figura 18: Modelo Tradicional para el Financiamiento de la Eficiencia Energética



subsidios federales<sup>24</sup>. Esto reduce la restitución al propietario de la vivienda, así como el flujo de los ingresos que pueden utilizarse para asegurar el financiamiento del equipo.

La asistencia hipotecaria subsidiada, que cubre todo, o alguno de los costos incrementales de las características de la eficiencia energética, puede subsanar este reto, reduciendo el costo de inversión para los propietarios de las viviendas, y el monto de los ahorros necesarios cada mes para que la inversión resulte atractiva.

### 6.3.2 APOYO FINANCIERO PARA EL LADO DE LA OFERTA

La oferta de la vivienda NAMA está dominada, en primera instancia, por los desarrolladores de vivienda. A diferencia del programa ‘Hipoteca Verde’ en donde los préstamos para las viviendas nuevas son seguidos por la incorporación de tecnología de eficiencia energética a viviendas nuevas, las casas NAMA deben construirse de acuerdo con ciertos estándares de eficiencia (Eco Casa 1, Eco Casa 2, Eco Casa Max) a partir de su fase de diseño inicial y de ahí en adelante.

Aún cuando los principales actores en este mercado, son capaces de un auto-financiamiento, la mayor parte de los desarrolladores tienen que solicitar préstamos a corto plazo para poder comprar los terrenos y construir los conjuntos habitacionales. En la actualidad, este mercado está siendo atendido por la banca comercial, y las entrevistas con los representantes de la industria, indican que los desarrolladores pagan entre el 15% y el 20% de interés en créditos puente para obtener fondos para los nuevos fraccionamientos. Al construir viviendas sustentables, los desarrolladores y las financieras asumen el riesgo de que las casas no se vendan, o de que permanezcan en el mercado por un periodo indefinido. A fin de cuentas, es el desarrollador el que asume el riesgo de los costos adicionales por equipos y materiales energéticamente eficientes, hasta que estén totalmente pagados, una vez que se vende la casa.

Debido a los vínculos directos entre las financieras y los desarrolladores, el lado de la oferta es más fácil de atender,

<sup>24</sup> Banco Mundial. Subsidios de electricidad residencial en México: explorando las opciones para reformar y para mejorar el impacto en los pobres. Washington, D.C. 2009

como lo evidencian las multilaterales internacionales que ya han comprometido créditos blandos (es decir, un préstamo con una tasa de interés por debajo de la tasa del mercado) para apoyar este segmento del mercado. Para el desarrollador, existen dos riesgos clave que tiene que atender: (1) la construcción de viviendas con eficiencia energética es más costosa que las casas “normales”, pero tienen como objetivo el mismo grupo de consumidores, con la misma capacidad de pago y valor de vivienda y (2) que la demanda de viviendas con eficiencia energética todavía es incierta por el momento. Sin embargo, los estudios preliminares muestran una más rápida aceptación (de hasta un 50%) de viviendas con eficiencia energética, en comparación con viviendas tradicionales sin Hipoteca Verde.

Para poder dar servicio a este segmento del mercado, el fondo NAMA tiene que ofrecer soluciones para que el financiamiento esté disponible a tasas más favorables, proporcionar subsidios para cubrir el costo de los materiales y equipos energéticamente eficientes, o crear demanda a través de acciones del lado de la demanda que reduzcan el riesgo para los desarrolladores.

### 6.3.3. APOYO FINANCIERO PARA EL FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES Y MRV

Para poder lograr, medir y reportar los impactos, la NAMA también requerirá fondos para las capacidades administrativas además de apoyo para desarrollar y aplicar el sistema MRV. Debido a que no existen posibilidades de generación de ingresos conforme este uso final, se puede decir que no es de lo más adecuado para atraer la inversión privada, sin embargo, un sistema MRV robusto es crítico para demostrar las reducciones de emisiones para regímenes financieros que apalancan subsidios ahorrados.

Asistencia técnica para acciones administrativas y de apoyo que se puedan canalizar en tres formas:

 Pago al fondo internacional NAMA y operación por una agencia específica (sea nacional, internacional, o ambas).

 Implementación de nuevos programas bilaterales para la asistencia técnica, entre países anfitriones y México, implementados de acuerdo con los procedimientos normalmente utilizados por los diferentes países donantes.

 Implementación, por parte de GIZ, a nombre del país donante en la forma de un co-financiamiento a programas bilaterales actuales de GIZ que hayan sido comisionados por el Ministerio Federal Alemán para el Desarrollo y la Cooperación Económica (BMZ), o el Ministerio Federal Alemán para el Medio ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear (BMU), dentro del marco de la cooperación bilateral México-Alemania.<sup>25</sup>



<sup>25</sup> Dicho co-financiamiento necesita aprobación de la secretaría respectiva (BMZ, BMU).

## 6.4 ENFOQUES POTENCIALES

Para poder lograr la implementación a nivel nacional, se requerirá de la inversión del sector privado. Los potenciales inversionistas del NAMA de Vivienda, confrontan un sinnúmero de riesgos relacionados con el proyecto, el país y las tecnologías usadas para lograr la reducción de emisiones. Para poder justificar el incurrir en dichos riesgos, se necesita canalizar una parte del capital creado de regreso a los inversionistas, por medio de las actividades de la NAMA, con el objetivo de generar retornos. En esta sección, se definen los elementos de esta ecuación, para poder identificar los mecanismos que se pueden utilizar para crear enlaces entre las actividades de la NAMA y los inversionistas potenciales, para poder atraer y apalancar su capital, con el fin de apoyar las metas de sustentabilidad de México.

Los retornos se pueden definir de varias maneras, pero en este caso, el enfoque se centra en los ahorros monetarios, generando nuevos flujos de efectivo y creando valores activos. El ahorro económico es el beneficio más obvio para los inversionistas de la NAMA, tanto en términos de consumo de energía por parte de los propietarios de las viviendas, como a través de los subsidios a la energía ahorrados, a nivel gobierno.

El reto para el fondo NAMA será encontrar formas creativas para canalizar la creación de valor para reducir el riesgo, o aumentar los retornos. Por el momento, CONAVI junto con actores involucrados están revisando algunos enfoques.

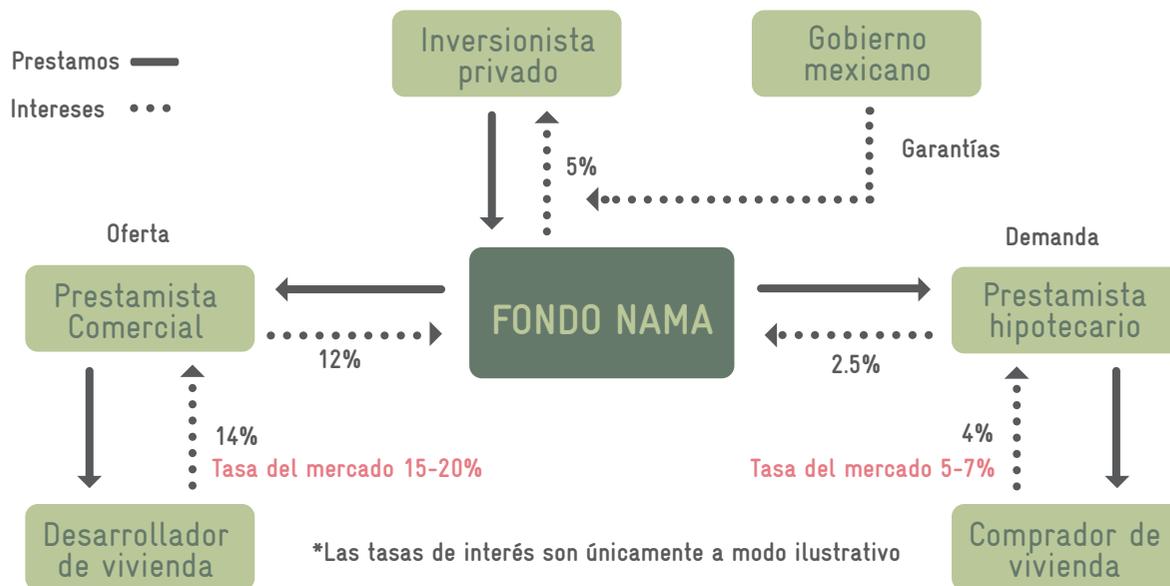
### 6.4.1 MODELO DEL ASEGURADOR

El modelo del asegurador, apalanca la habilidad del gobierno mexicano de solicitar préstamos monetarios a bajo costo para financiar el fondo NAMA. Conforme este enfoque, el dinero prestado se utiliza para promover créditos a desarrolladores y propietarios de viviendas, que construyen y compran casas eficientes, proporcionando préstamos, o protección contra pérdidas a los intermediarios financieros que sirven a este mercado.

El fondo NAMA será capaz de apalancar el financiamiento con bajas tasas de interés, para ofrecerlo, por debajo de las tasas de interés del mercado, a comercializadores de créditos puente y otorgantes de hipotecas. En el lado de la oferta, las compañías que ofrecen préstamos para el desarrollo de viviendas con eficiencia energética, usarán las tasas más bajas, aseguradas por el fondo NAMA, para poder traspasar los ahorros a los desarrolladores, como una forma de subsidio. En el lado de la demanda, las tasas preferenciales que se prestaron a los otorgantes de hipotecas, subsidiarán las hipotecas emitidas a los compradores, resultando en, ya sea, tasas más bajas al propietario de la vivienda, o en montos de préstamos reducidos.

El descuento relativo, ofrecido al lado de la oferta, o de la demanda, tendrá que ser estudiado con sumo cuidado. Las tasas de descuentos más altas (mayor apoyo) al lado de la oferta, reducirán el precio de la vivienda, visible en la etiqueta, pero el comprador de la vivienda no percibirá, personalmente de estos beneficios, en términos de hipotecas más económicas o con descuento. Si se otorgan más descuentos al lado de la demanda, entonces, el comprador verá un precio de etiqueta más alto, pero también se beneficiará de tasas más económicas, o descuentos por parte de la hipotecaria. El comportamiento de los compradores potenciales de vivienda, así como la facilidad de implementación y vigilancia serán lo que decida la cantidad relativa del descuento aplicado a los respectivos lados.

Figura 19: Modelo del Asegurador (Fuente: Point Carbon Thomson Reuters)



110

La principal ventaja de este modelo es que, en teoría, es auto-sostenible, ya que el fondo bloquea las utilidades solicitando créditos a bajo interés, y los da en préstamos a una tasa ajustada para un mayor riesgo. Además de garantizar los pagos, en caso de demora, el gobierno no necesita financiar el fondo NAMA en forma directa. De aquí que, esto reduce el riesgo político, ya que la "salud" del fondo no depende, directamente, de los pagos gubernamentales.

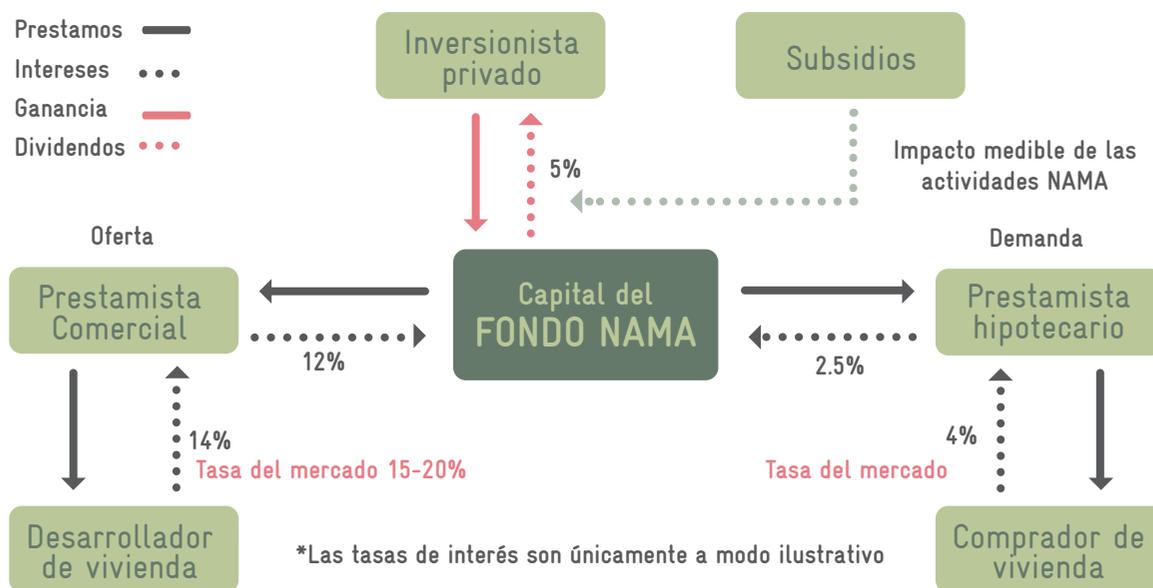
## 6.4.2 MODELOS IMPULSADOS POR SUBSIDIOS

Los subsidios a la energía, son ahorros en costo claves generados por la NAMA. Al monetizar una porción de los subsidios mexicanos para uso de energía residencial, ya sea (1) proporcionando un porcentaje prescrito (por ejemplo 1%) de los subsidios anuales al fondo NAMA, o; (2) apalancando una porción de los subsidios ahorrados por la actividad de la NAMA (cuantificados por medio del sistema MRV) – el fondo NAMA, puede acceder a una fuente adicional de fondos basados en el rendimiento que puede usarse para atraer a la inversión privada.

Los tal llamados “modelos de subsidio”, canalizan una porción de los fondos usados para subsidiar el consumo residencial de energía eléctrica y gas dentro de la NAMA. Se están considerando tres usos para estos fondos: (1) el uso de los subsidios ahorrados para reintegrarse a los inversionistas, (2) la reinversión de los subsidios ahorrados en actividades de la NAMA, y; (3) el uso de subsidios para reducir el riesgo a los inversionistas privados.

Conforme este enfoque, los inversionistas privados se involucran comprando acciones del fondo NAMA y se les reintegra conforme el desempeño del programa. Con el fin de asegurar retornos suficientes a los inversionistas y, en caso de ser necesario, este pago por desempeño puede aumentarse en una porción de los subsidios ahorrados

Figura 20: Modelo de Rentabilidad (Fuente: Point Carbon Thomson Reuters)

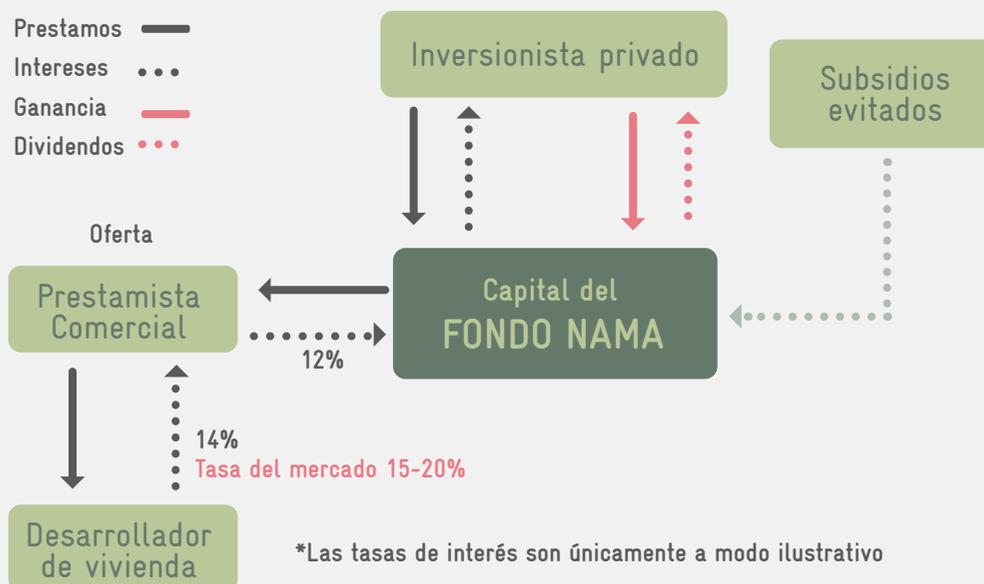


El valor para los accionistas también puede provenir en forma de reducciones de emisiones de carbono. Basándose en el porcentaje de acciones, los propietarios pueden reclamar la propiedad de su participación en las reducciones de gases de efecto invernadero, asociadas con el programa y reclamarlas como parte de sus acciones para reducir el cambio climático.

Conforme este enfoque, los inversionistas privados se involucrarían, proporcionando financiamiento a la deuda, o a la equidad al fondo NAMA y la retribución se generará basándose en el rendimiento del fondo. No obstante, a diferencia del modelo de equidad, antes descrito, los subsidios a la energía no se utilizan para retribuir a los inversionistas, sino que son re-invertidos en el fondo para poder obtener mayores ganancias de eficiencia energética que den como resultado un mayor rendimiento del fondo.

El principal beneficio de estos enfoques es que le permiten al fondo NAMA, pagar directamente, algo o todo, el equipo adicional para la eficiencia energética, capturando todo, o gran parte, del valor ahorrado en costos de energía, tanto en los ahorros del gobierno, como en los del consumidor.

Figura 21: Modelo de Reinversión (Fuente: Point Carbon Thomson Reuters)



### 6.4.3 MODELO DE PROTECCIÓN CONTRA PÉRDIDAS

Bajo el modelo de protección contra pérdidas, los ahorros en los subsidios para la energía, no se distribuyen dentro del fondo NAMA, ni entre los inversionistas, sino que una porción de los subsidios a la energía la retiene el gobierno y la coloca en un fondo de seguro que proporciona garantías de protección contra pérdidas a los inversionistas privados. Alternativamente, el gobierno puede optar por comprar seguros, en el mercado, en forma directa.

Este enfoque opera disminuyendo el riesgo de inversión, reduciendo así, el rendimiento requerido y necesario para atraer inversión a la NAMA. Dentro de este contexto, la protección contra pérdidas puede asumir un sinnúmero de formas. Una opción sería limitar las pérdidas potenciales, en caso de mora, donde, por ejemplo, a los inversionistas se les garantiza un 80% del capital principal. Otra opción sería la de proporcionar garantías de rendimiento para proyectos y equipos.

Este enfoque es, en muchas formas, similar al modelo del asegurador, descrito con anterioridad en este documento, con la principal diferencia de que existe un enlace claro y definido entre el desempeño de la NAMA y la cantidad del financiamiento privado adicional que se puede apoyar, basándose en los ahorros en costos de energía.

### 6.4.4 MODELO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA O ESR

El concepto subyacente a la NAMA, es que las reducciones representan las contribuciones del país anfitrión en la lucha contra el cambio climático, de aquí que, la reducción de las emisiones, generada por el proyecto, a fin de cuentas, debe contabilizarse en las metas de México y no transferirse fuera del país para su uso como compensaciones. Aún cuando las reducciones de emisiones logradas no se pueden vender, o comercializar, por medio del mercado de carbono, todavía existen compradores que perciben el valor en las reducciones de emisiones y en demostrar su compromiso con el

desarrollo sustentable. Los ejemplos incluyen las grandes multinacionales, que operan dentro de México y que desean demostrar sus buenas prácticas o políticas sustentables, compañías nacionales que tienen mandatos no-obligatorios para reducir las emisiones en México, o inversionistas con mandatos para invertir en fondos verdes.

Bajo el modelo ESR, las compañías pueden proporcionar préstamos blandos, o proporcionar beneficios tales como viviendas NAMA para los empleados y ser recompensados con un "beneficio" a la reducción de emisiones en México. Se podría establecer un sistema por medio del cual, se pudieran rastrear las emisiones resultantes de sus inversiones, en forma tal, que las grandes firmas nacionales puedan ser capaces de reclamar una cierta cantidad de los beneficios de las emisiones para su ESR, o para sus metas de reducción de emisiones (por ejemplo, la inversión de PEMEX en el fondo NAMA, contribuyó con 3 millones de toneladas a las metas de emisiones del gobierno y proporcionó un retorno). Este beneficio puede ser substanciado a través del sistema MRV y puede servir como un motivador importante para atraer Apoyo Financiero.

## 6.5 PAQUETES FINANCIEROS DE LA NAMA OFRECIDOS A LA COMUNIDAD DE DONANTES INTERNACIONALES

El análisis del rendimiento de varios tipos de viviendas demuestra que los ahorros específicos (reducciones en la demanda de energía primaria por metro cuadrado de superficie habitacional), son mucho más favorables en casas que comparten muros de colindancia (Adosadas), construcciones de pisos múltiples (Verticales), en comparación con las casas tradicionales individuales (Aisladas). Sobre todo, la vivienda vertical, demuestra no sólo ser más eficientes en cuanto al rendimiento de la edificación misma, sino que también favorecen la densificación urbana, pudiendo evitar así, el indeseable crecimiento urbano descontrolado.

Tomando en cuenta lo anterior, se formularon cinco paquetes financieros, que se presentan en la Tabla 16, que sirven de

ejemplo sobre la manera en que el apoyo internacional puede hacer que la NAMA avance. Las necesidades financieras se dividen en tres categorías: subsidios a los propietarios de viviendas, créditos puente para los desarrolladores en forma de préstamos blandos y apoyo requerido para la implementación de la casa pasiva piloto. Las necesidades financieras, que se indican en la tabla, cubren sólo una parte de los costos de inversión adicionales de las casas: 20% en el caso Eco Casa 1, 30% para Eco Casa 2 y 50% para Eco Casa Max, el resto de las necesidades financieras será cubierto por los propietarios de las viviendas y/o el gobierno de México. Estos estimados no incluyen los costos operativos de (acciones de apoyo) que se describen en la Sección 6.1.2.

**Tabla 16: Fondo revolvente de créditos blandos para el financiamiento puente, millones de USD**

	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
<b>Tamaño del fondo revolvente acumulado</b>	5.68	12.67	24.64	50.51	98.97	192.47
<b>Requerimientos financieros adicionales por año</b>	5.68	6.99	11.97	25.87	48.46	
<b>Componente del donativo mínimo requerido</b>	1.14	1.40	2.39	5.17	9.69	

114

El costo de construcción incremental total, que se indica en la Tabla 16, es equivalente al volumen de créditos blandos que los desarrolladores requerirían en forma de financiamiento puente para poder construir casas con estándares de eficiencia energética más altos. Por su propia naturaleza, los préstamos blandos son a corto plazo, facilitando a los desarrolladores su pronto pago, una vez que la casa sea vendida. Considerando el rápido ciclo de construcción en México, se espera que los préstamos puedan ser cubiertos dentro de un período de seis meses. Esto crea la oportunidad de un fondo revolvente para el financiamiento puente. Dicho

fondo puede combinar una mezcla de fondos comerciales y dinero para donaciones del gobierno, teniendo como meta, la creación de condiciones de créditos blandos. La Tabla 17, muestra los requerimientos acumulados y por año para el fondo revolvente bajo el supuesto de una implementación conjunta de los cinco paquetes financieros. En la última línea, se proporciona un estimado del elemento de donación mínima para calificar como crédito blando.

Existen varias consideraciones importantes que aplican a los paquetes financieros descritos con anterioridad:

-  Flexibilidad de los paquetes de donaciones: Los paquetes que se muestran a continuación poseen el carácter de paquetes ejemplo. Los paquetes reales pueden ajustarse conforme los requerimientos específicos de los donantes interesados (es decir, los ajustes pueden hacerse en términos de volumen financiero, tipo de construcción y estándares de eficiencia cubiertos, etc.).
-  Combinaciones: El gobierno mexicano está dispuesto a ofrecer combinaciones de paquetes de donaciones para los subsidios a los propietarios de las viviendas, créditos blandos para el financiamiento puente para los desarrolladores y/o paquetes de donativos para acciones de apoyo.
-  Prioridades mexicanas entre los créditos blandos y los paquetes de donativos: La implementación de la NAMA para los subsidios a los propietarios de viviendas y para las acciones de apoyo, con el fin de asegurar su buen funcionamiento, depende críticamente, del soporte de la comunidad internacional de donantes. El componente de créditos blandos de la NAMA, tiene un carácter complementario, y representa un elemento importante dentro de la estrategia financiera en su totalidad. El gobierno mexicano, tiene una clara prioridad de asegurar, primero, el financiamiento de donativos y tratará de obtener el financiamiento de préstamos blandos en paralelo.



Tabla 17: Ejemplos de paquetes financieros para el apoyo de donantes (Fuente: IznFriedrichsdorf)

Paquetes				Necesidad Financiera		Beneficios			
Paquetes Financieros	Escala del paquete	Contenido de cada paquete		Subsidios a los propietarios de Viviendas, Millones de USD		Costo total incremental de construcción Millones de USD	Costos ahorrados de energía (individuales)* Millones de USD	Costos de energía ahorrados (subsidios)** Millones de USD	Reducciones de emisiones a lo largo de un ciclo de vida de 30 años, tCO <sub>2</sub>
		Puesta en marcha	Eco Casa Max Piloto	Puesta en marcha de la corriente principal	Eco Casa Max Piloto				
Paquete 1	Gran Escala (27,000 viviendas)	Eco Casas 1 & 2, 40 y 70 m <sup>2</sup>	30 edificaciones de 40 m <sup>2</sup>	49	0,2	165	337	446	1,711,000
Paquete 2	Tamaño Mediano (13,800 viviendas)	Eco Casas 1 y 2, 40 y 70 m <sup>2</sup>	30 edificaciones de 40 m <sup>2</sup>	25	0,2	84	171	236	866,000
Paquete 3	Pequeña Escala (5,200 viviendas)	Eco Casas 1 y 2, 40 y 70 m <sup>2</sup>	30 edificaciones de 70 m <sup>2</sup>	9	0,3	27	61	85	311,000
Paquete 4	Departamentos multi-Familiares (14,940)	Eco Casas 1 y 2, 40 y 70 m <sup>2</sup>	780 verticales, 40 y 70 m <sup>2</sup>	27	3	94	170	236	865,000
Paquete 5	Eco Casa Max Piloto (890 viviendas)	890 Eco Casa Max (diferentes prototipos)		-	6	12	17	24	87,000

\* Costos de energía ahorrados (individuales; a nivel de vivienda) como Valor Neto Actual a lo largo de 30 años para la demanda de energía total de las viviendas (electricidad y gas)

\*\* Subsidios ahorrados (perspectiva gubernamental) como Valor Neto Actual de los subsidios ahorrados por concepto de electricidad durante 30 años (escenario conservador, ya que no se consideran los subsidios ahorrados en gas.)

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcocer, S. & G. Hiriart, 2008: 'An Applied Research Program on Water Desalination with Renewable Energies', American Journal of Environmental Sciences 4 (3): 190-97. Disponible en: [tinyurl.com/arpwdr](http://tinyurl.com/arpwdr)
- Banco de México, 2011: Reporte sobre el Sistema Financiero-Septiembre 2011. México, D.F., 2011
- Investigación- BBVA 2011 a: Perspectiva Bancaria en México, México, marzo del 2011
- Investigación- BBVA, 2011b: Perspectiva Inmobiliaria en México, México, julio del 2011
- Chiquier, L. and M. Lea, 2009. Housing Finance Policy in Emerging Markets. Washington DC
- Deutsche Entwicklungszusammenarbeit mit Mexiko, 2011: Gemeinsame Beichterstattung (BE) zum EZ-Programm Nachhaltige Energie in Mexiko, February 2011
- Economist Intelligence Unit, 2011: México - Country Risk Service (Main Report), London: EUI, 2011.
- Hernández-Murillo, Rubén, 2007: Experimentos en la Liberalización Financiera: El sector Bancario Mexicano (Reseña del Banco de la Reserva Federal de San Luis, septiembre/octubre 2007, 89(5): 215-32)
- Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC: Varios informes
- Fondo Monetario Internacional: México, 2010: Ponencia sobre Temas Seleccionados, Reporte por País Núm. 10/70. Washington, D.C: FMI, marzo 2010
- Fondo Monetario Internacional, 2011: México: 2011 Artículo IV Consulta, Informe del Staff, FMI, Reporte por País Núm. 11/250FMI, Julio, 2011
- LAERFTE (Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética), 2008. Disponible en [tinyurl.com/laerfte](http://tinyurl.com/laerfte).
- Johnson, T.; C. Alatorre, Z. Romo & F. Liu, 2009. México: Estudio sobre la Disminución de Emisiones de Carbono (MEDEC), Banco Mundial
- Morgan, J.P. 2011: México 101, The Country Handbook 2011. New York and México City, April 2011,
- MACS Servicios de Gestión y Consultoría, 2010: Estudio de Viabilidad para un Programa de Hipoteca Verde, Frankfurt, abril, 2010
- Mexperience, 2011a: Bancos y Servicios Bancarios en México, 2011
- Mexperience, 2011b: Guide to Financing Real Estate in México, 2011
- Mexperience, 2011b: Guía para el Financiamiento de Bienes Raíces en México, 2011
- Reforma, 2009. Venderá Cemex bonos de carbono (nota de César Sánchez, 23 enero, 2009). Disponible en: [tinyurl.com/NotaReforma](http://tinyurl.com/NotaReforma).
- Banco Mundial, Washington, D.C: Informes Varios
- Wharton School at the University of Pennsylvania, 2011a: Las Verdades Domésticas acerca de los Préstamos Hipotecarios No-bancarios en México, octubre, 2011
- Wharton School at the University of Pennsylvania, Vivienda Sustentable, una Solución para México, enero, 2011





**NAMA**

de vivienda  
nueva

## ANEXO TÉCNICO1: EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL EN MÉXICO.

Estudio de la eficiencia energética, los costos adicionales y de la mitigación de CO<sub>2</sub>, como base para la preparación de la "NAMA apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros".





# 1 Introducción

El documento "NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros", se preparó dentro del marco del Programa NAMA Mexicano Alemán que es implementado por la GIZ [Cooperación Alemana al Desarrollo], a nombre del Ministerio Federal Alemán para el Medio Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear (BMU). Esta NAMA se desarrolló, por medio de una estrecha cooperación entre socios mexicanos y alemanes, tales como: SEMARNAT, CONAVI, Infonavit, Fovissste, SHF y GIZ y se presentó, por parte de los gobiernos mexicano y alemán, en la Conferencia de las partes en Durban del 2011 (ver [CONAVI, SEMARNAT 2011]). El Passive House Institute formó parte del equipo de consultores internacionales para la elaboración de esta NAMA (Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada). El objetivo general de la NAMA es el de recaudar fondos de donantes para poder aumentar, aún más, los esfuerzos mexicanos en cuanto a la vivienda energéticamente eficiente,

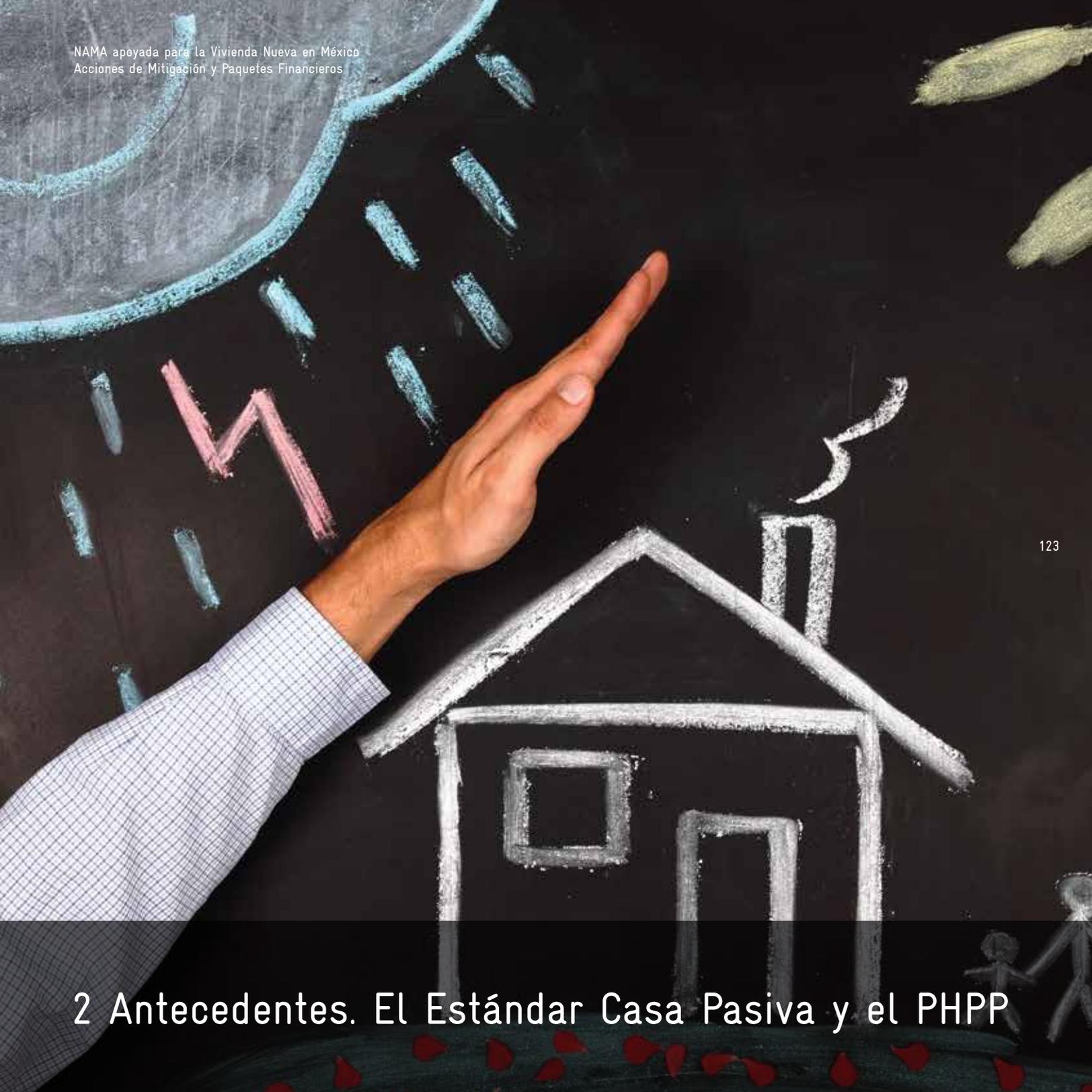
mostrando conceptos de construcción energéticamente eficientes y costo-efectivos, que demuestren una reducción exitosa de emisiones de CO<sub>2</sub> y que, al mismo tiempo, estén adaptados al clima y las condiciones particulares de México.

La tarea específica del Passive House Institute, que aquí se describe, incluye el análisis y los cálculos para el balance de energía, con la ayuda del Passive House Planning Package (Programa de Planificación Passivhaus, PHPP, por sus siglas en inglés). Los objetos a analizar fueron tres tipologías características de la construcción de vivienda social (Aislada, Adosada, y Vertical) en cuatro sitios diferentes, representando las cuatro diferentes zonas bioclimáticas en la República Mexicana. Se simularon cuatro casos de diferentes eficiencias energéticas por medio del cálculo de los efectos de diferentes parámetros constructivos, tales como la mejora de la envolvente térmica y el uso de electrodomésticos eficientes. Estos cuatro casos de construcción partieron, de un caso de

línea base (prácticas de construcción habituales, con una muy baja eficiencia) hasta el estándar internacionalmente reconocido de Casa Pasiva o Passivhaus (sustentable, alto grado de confort, costo-efectivo). Debido a la naturaleza de mitigación del cambio climático de la NAMA, un componente crucial de los resultados fue el de representar la demanda de energía primaria y las emisiones de CO<sub>2</sub> en los diferentes casos de construcción. Es más, también se realizó un análisis de los costos de inversión adicionales, así como de los costos totales durante todo el ciclo de vida.

Los resultados muestran que, de todos los casos analizados, el Estándar EcoCasa Max (equivalente al Estándar Passivhaus) es la alternativa más económica para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, a pesar de la necesidad de una optimización de la construcción y del diseño urbano de los proyectos originales. Además, los otros dos estándares adicionales de eficiencia energética, entre el caso de la línea base y el caso de la Casa Pasiva (EcoCasa 1 y EcoCasa 2, ver figura 8), demuestran la viabilidad de mejoras a la eficiencia energética en México, preparando el camino hacia la transición a estándares más altos de eficiencia energética, tales como el de la Casa Pasiva.





## 2 Antecedentes. El Estándar Casa Pasiva y el PHPP

Ya que las edificaciones tienen un lapso de vida bastante prolongado y sus ciclos de renovación van desde los 15 hasta los 50 años, los estándares de eficiencia energética que se aplican durante las etapas de construcción o de renovación deben ser sumamente ambiciosos como para cumplir con las metas de protección climática establecidas. El concepto de la Casa Pasiva o Passivhaus, ofrece una solución que establece una compensación entre la eficiencia energética y la efectividad en cuanto a costos. Una Casa Pasiva representa un confort de vivienda mejorado, con una demanda de calefacción anual de menos de 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), una demanda de refrigeración anual de menos de 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) (que puede ser mayor de acuerdo con las condiciones climáticas específicas) y una demanda de energía primaria, incluyendo el agua caliente doméstica y la electricidad de la vivienda por debajo de los 120 kWh/(m<sup>2</sup>a). Debido a los mayores niveles de eficiencia energética, ya no son necesarios los sistemas de calefacción, o de refrigeración, por separado.

124 El Estándar Casa Pasiva se enfoca en el uso de sinergias regionalmente adaptadas y optimizadas para todo clima y tradiciones de construcción, siendo el único estándar que aborda la demanda de energía total de las edificaciones, incluyendo agua caliente, electrodomésticos, iluminación y equipo de cómputo. El concepto de la Casa Pasiva se aplica, de mejor manera, desde la etapa de planificación de una nueva construcción o de un proyecto de renovación. La incorporación de los principios de la Casa Pasiva, desde las primeras etapas de la planificación, así como la resultante optimización del proyecto, típicamente hacen que los costos adicionales de los componentes de calidad de la Casa Pasiva sean sólo marginalmente más altos que los costos de una construcción convencional. Por lo tanto, la construcción de una Casa Pasiva es un enfoque costo-efectivo con el fin de lograr considerables ahorros de energía y protección climática.

El Passivhaus Planning Package (PHPP) es una herramienta integrada para los cálculos de balance de energía, incluyendo todos los flujos energéticos dentro de los límites del sistema. El programa se basa, en gran parte, en las normas interna-

cionales y europeas (por ejemplo EN 832 e ISO 13790) y es una herramienta de diseño para edificaciones con muy baja demanda de energía (como los edificios Passivhaus o Casas Pasivas). Esta herramienta de cálculo ha sido evaluada con simulaciones detalladas y con resultados medidos y monitoreados de cientos de construcciones. Miles de consultores y diseñadores cuentan con muchos años de experiencia en el uso de esta herramienta para el diseño de construcciones de baja energía así como Casas Pasivas. Una versión de PHPP, específicamente adaptada a una región climática, requiere de conjuntos de datos climáticos para esa región en particular. Dichos datos climáticos deben estar específicamente adaptados a la planificación de construcciones energéticamente eficientes.



## 3 Balance energético con PHPP para la NAMA mexicana

125

La contribución del Passive House Institute a la NAMA, incluyó un cálculo de balance energético con el PHPP para tres tipos de construcciones en cuatro diferentes sitios de México. Los tipos de construcción y los sitios se escogieron, en forma conjunta, con funcionarios del gobierno federal mexicano, representando la diversidad del clima de la República Mexicana, así como la realidad del mercado actual de la vivienda social en México. Las siguientes dos secciones, describen los tipos de construcción, así como los sitios de estudio, seguidos por una descripción del proceso del balance energético y los resultados.

### 3.1. TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

Los tres tipos de construcción analizados, se basan en un estudio realizado por Campos (ver [Campos 2011]), a nombre de y apoyado por GIZ/GOPA. Estos tipos de construcción representan algunos de los diseños de construcción de vivienda social más populares del mercado actual mexicano [CONAVI, SEMARNAT 2011].

Es importante notar que todos los cálculos se basan en los diseños de construcción originales que se presentan a continuación, incluyendo la orientación y los materiales utilizados. Las tablas en el anexo I ofrecen un recuento cabal de los proyectos originales y sus parámetros (columnas del "Caso de Línea Base"), incluyendo los materiales de construcción y los aparatos electrodomésticos.



### a) Unidad de vivienda Aislada

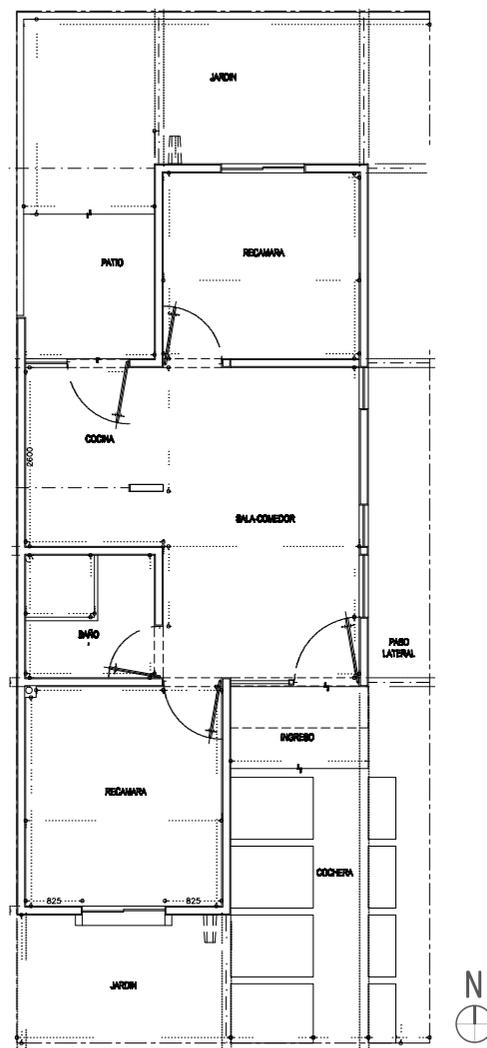
El tipo de construcción Aislada (unidad de vivienda aislada), tiene una superficie bruta de 44 m<sup>2</sup> dentro de su envolvente térmica con una superficie de referencia energética de 38.4 m<sup>2</sup>. La casa muestra se basó en un proyecto de vivienda social real para México y fue proporcionada por GIZ/GOPA basada en [Campos 2011]. La figura 1 presenta la planta de la edificación y una imagen en 3D. En cuanto a la orientación y los alrededores de la unidad de vivienda analizada, se escogió una ubicación típica dentro del asentamiento del proyecto; en la figura 1, también se puede apreciar la orientación. En la tabla 1, se describe el sistema de construcción del proyecto.

126

**Tabla 1: Sistema constructivo para el tipo de vivienda Aislada**

Fuente: información proporcionada por GIZ/GOPA

<b>Muros</b>	Bloques de mampostería de concreto 10cm de grosor. Exterior: "Crestuco" yeso, interior: cemento yeso (cal arena). Pintura de color.
<b>Techo</b>	Losa de concreto reforzado, 12cm de grosor, 2% de pendiente, "Plasticool" capa de color blanco como impermeabilizante
<b>Losas de piso</b>	Losa de concreto reforzado, 10cm de grosor.
<b>Ventanas</b>	Vidrio sencillo, 3mm de grosor y marco de aluminio blanco de 1 ½"



**Figura 1: Tipo de vivienda aislada. Planta arquitectónica y 3D, sin escala**  
Fuente: [Campos 2012]



### b) Adosada

El tipo de construcción Adosada (unidad de vivienda en fila), tiene una superficie bruta de 90 m<sup>2</sup> dentro de su envolvente térmica, que incluye dos departamentos. La superficie de referencia energética es de 81.04 m<sup>2</sup>. Para los cálculos de la NAMA se consideró solamente una unidad de vivienda con una superficie de referencia energética de 40.5 m<sup>2</sup>. La casa muestra se basó en [Campos 2011]. En la figura 2, se presenta la planta arquitectónica y una imagen en 3D del proyecto. También se incluye la orientación seleccionada. En la tabla 2, se describe el sistema constructivo del proyecto.

Tabla 2: Sistema constructivo para el tipo Adosada  
Fuente: información proporcionada por GOPA/GIZ

<b>Muro exterior</b>	Losa de concreto reforzado, 8cm de grosor. Interior: cemento yeso y acabados de yeso. Exterior: cemento yeso, pintura de color.
<b>Techo</b>	Losa de concreto reforzado, 12cm de grosor, 2% de pendiente, capa de "Plasticool" color blanco.
<b>Losas de entepiso</b>	Losa para la cimentación, concreto reforzado, 10 cm de grosor. Acabados de cemento pulido.
<b>Ventanas</b>	Un solo vidrio claro, 3mm de grosor y marco de aluminio blanco de 1 ½".

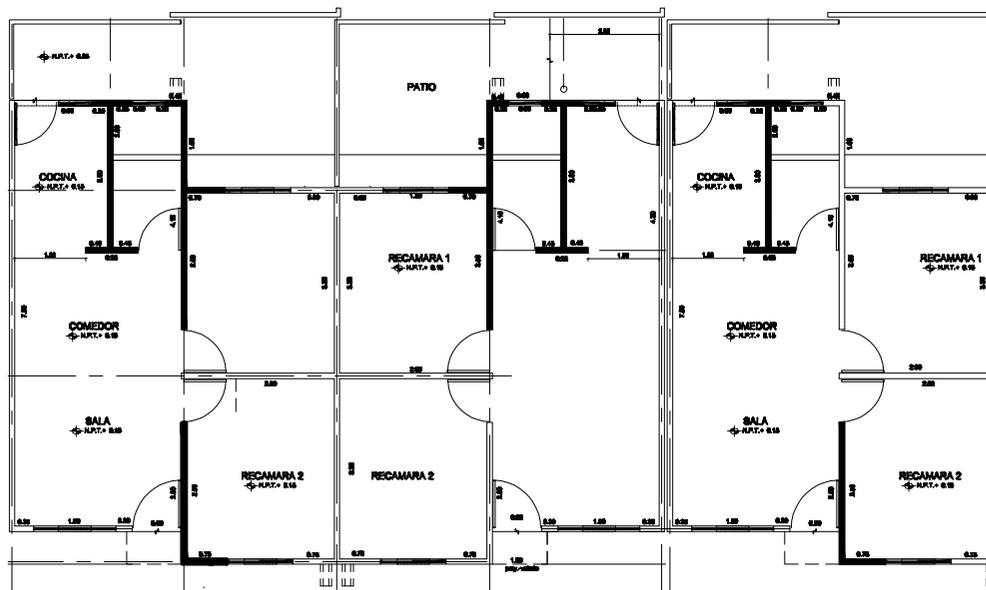


Figura 2: Tipo de construcción Adosada.  
Planta arquitectónica y maqueta en 3D, sin escala Fuente: [Campos 2011]





### c) Vertical

El tipo de construcción vertical (unidad habitacional vertical), consiste de dos edificios de seis pisos idénticos y simétricos, unidos por un cubo de escalera. Cada edificio tiene una superficie bruta de 93 m<sup>2</sup> por piso, dentro de su envolvente térmica, que incluye dos departamentos. La superficie de referencia energética por piso es de 79.4 m<sup>2</sup>. Para poder simplificar el análisis, sólo se analizó uno de los dos edificios simétricos. La casa muestra se basa en [Campos 2011]. En la Figura 3, se presenta la planta arquitectónica y una imagen en 3D del edificio. Para la ubicación del proyecto, se escogió un sitio típico. En la figura 3, también se indica la orientación de la unidad habitacional analizada y, en la tabla 3, se describe el sistema de construcción.

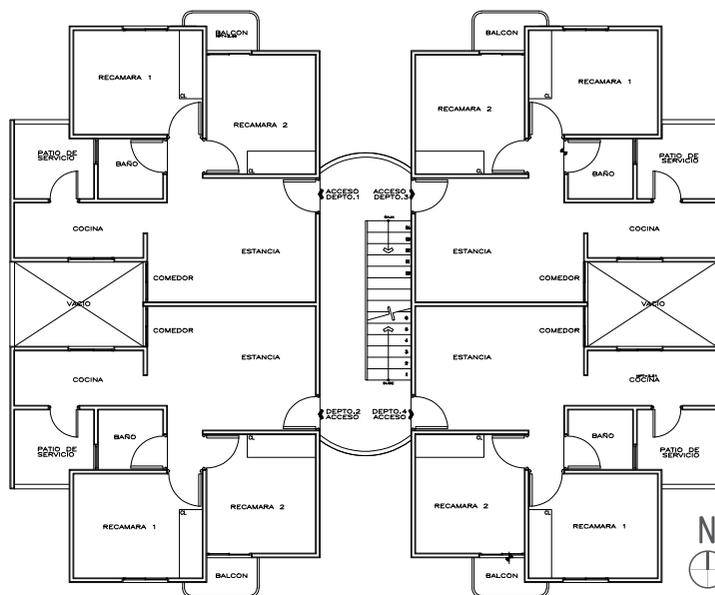


Figura 3: Planta arquitectónica de edificación Vertical y maqueta en 3D, sin escala  
Fuente: [Campos 2011]

Tabla 3: Sistema constructivo para el tipo de edificación Vertical Fuente: información proporcionada por GOPA/GIZ

Muro exterior	Mampostería, bloques de concreto con color (concreto ligero) 12x20x38, 12cm, mortero. Pintura de color
Techo	Losa de concreto reforzado, 12cm de grosor, 2% de pendiente, Capa de color "Plasticool" Blanco
Losa de piso	Losa para piso de concreto reforzado de 10cm de grosor. Acabados de cemento pulido.
Ventanas	Un solo vidrio claro, 3mm de grosor y marco de aluminio blanco de 1 1/2"

### 3.2 UBICACIONES

Con el propósito de cubrir los climas mexicanos más representativos, se seleccionaron cuatro diferentes ubicaciones, basándose en la información y las recomendaciones de CONAVI e INFONAVIT (ver: [CONAVI 2008] e [INFONAVIT 2011b]), tal y como se muestra en la figura 4.

#### ZONAS BIOCLIMÁTICAS

- Cálido Seco
- Cálido Húmedo
- Templado
- Semifrío

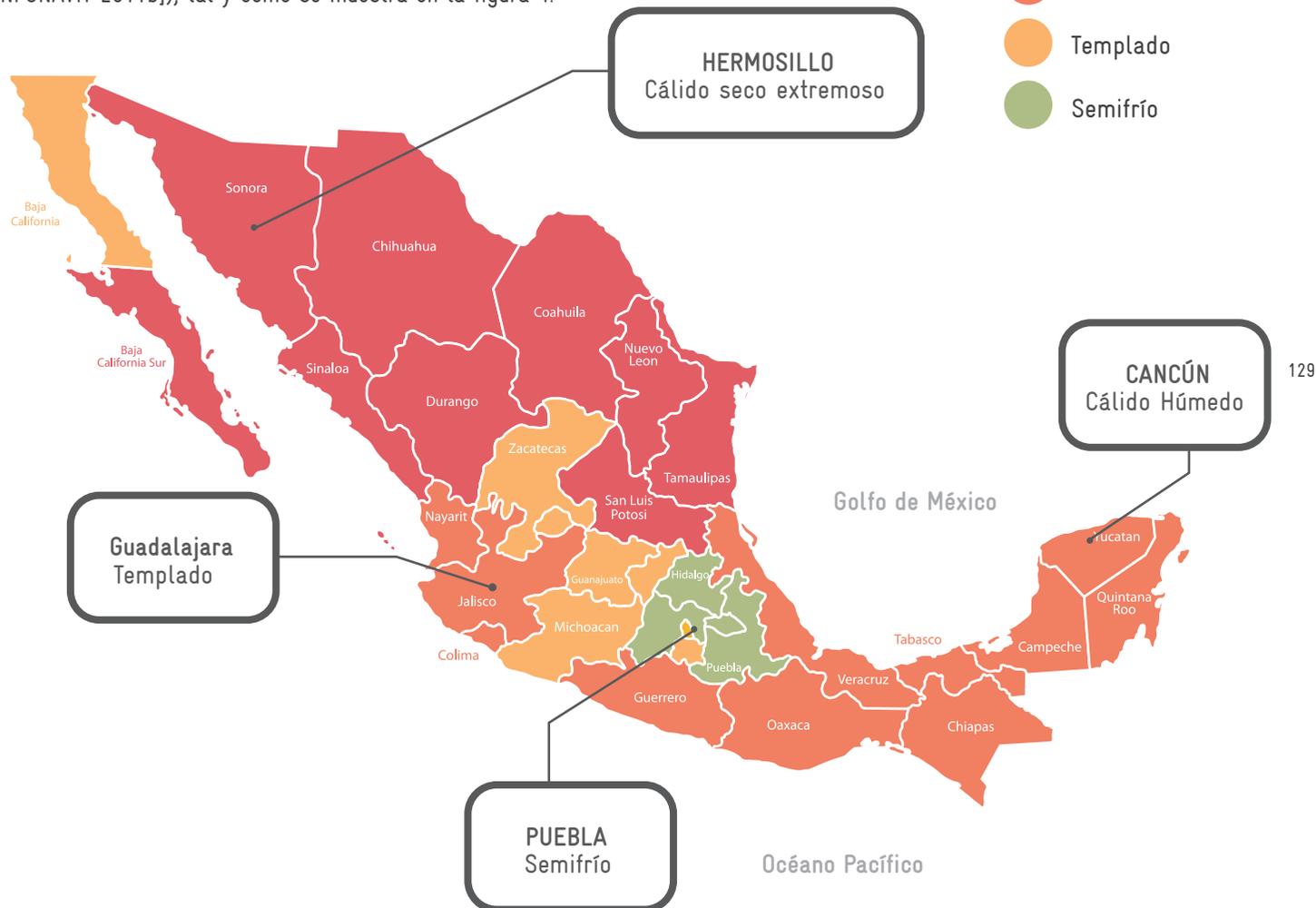


Figura 4: Mapa de la República Mexicana, donde se muestran las cuatro ubicaciones con sus correspondientes zonas climáticas

### 3.3. PROCESO PARA EL BALANCE ENERGÉTICO

La determinación de los balances energéticos para las unidades habitacionales se realizaron conforme los pasos que se describen a continuación:

#### a) Recopilación de datos en México

Los datos necesarios para los balances de energía con PHPP se recopilaron en México. Estos incluyen los datos con respecto a los sistemas constructivos, tradiciones de construcción, materiales, así como el equipo y materiales disponibles en el mercado local y la producción energética. Cuando no se encontró o proporcionó información alguna, el Passivhaus Institute utilizó valores estándar. En el Anexo 1 del Anexo Técnico, se encuentran los parámetros de todos los casos analizados.

#### b) Generación de los datos climáticos

El PHPP requiere dos tipos de datos climáticos: un juego de temperaturas mensuales y datos de radiación para poder calcular la demanda de calefacción/refrigeración proyectada y juegos de datos de carga de calefacción/refrigeración para calcular la carga de calefacción y/o refrigeración. La información debe ser representativa de las condiciones climáticas locales típicas, durante todo el año.

Con el propósito de generar los datos mensuales en el formato PHPP, para los cuatro sitios seleccionados en México, se accedieron varias fuentes de datos climáticos. Éstas incluyeron Meteonorm, datos satelitales de la NASA y cifras del Servicio Meteorológico Nacional. Los datos mensuales finales fueron seleccionados conforme una cuidadosa comparación y análisis. La información de la carga de calefacción y refrigeración se generó por medio de simulaciones dinámicas basadas en datos satelitales de cada región.

#### c) Determinación de los casos de construcción de la línea base.

Para el cálculo de la línea base se consideraron los sistemas constructivos convencionales, así como las tradiciones basándose en los proyectos originales. Como se puede observar en las tablas 1 a la 3, todos los proyectos de la línea base cuentan con piso de concreto reforzado y losas para el techo, con muros de, ya sea, concreto reforzado, o bloques de mampostería de concreto.



Todas las ventanas son de vidrio sencillo y cuentan con marcos de aluminio sin aislante. Para los casos de la línea base, la eficiencia energética de todos los electrodomésticos se basó en la información de los aparatos actuales usados en las viviendas sociales en México y van del nivel promedio hasta el bajo (para mayor detalle, ver anexo I). La tabla 4, presenta algunas otras especificaciones que se aplican a todos los casos de la línea base.

**Tabla 4: Especificaciones para casos de la línea base.**

Fuente: Passive House Institute

Tipo de iluminación	Luz fluorescente compacta 20W
Aparatos Electrodomésticos	Aparatos electrodomésticos comunes en el mercado actual de vivienda social en México: refrigerador (2.68 kWh/d), TV (0.19 kWh/d), A/C (2.5 COP), ventilador (100 W), lavadora de ropa (0.32 kWh/d), horno de micro-ondas (0.17 kWh/d) (Información acerca de los aparatos electrodomésticos, basada en: [INFONAVIT 2011a], [INFONAVIT 2011b] [Luz y Fuerza n.d.] [SENER 2011]).
	Calentador de agua "de paso" de gas LP (por ejemplo: Cinsa CDP 06)
Cocinas	Estufa de gas LP
Número de m <sup>2</sup> por persona	20 m <sup>2</sup> por persona (considerando un ciclo de vida de 30 años)
Ganancias de calor internas	5.3 W/m <sup>2</sup> (calculada con PHPP)
Hermeticidad al Aire	5 h <sup>-1</sup>
Límite de temperatura Límite en el verano	25°C
Límite de temperatura Límite en el invierno 10	20°C
Factores de energía primaria	Mezcla de electricidad: 2.7 kWhPrim/kWh Final Gas LP: 1.1 kWhPrim/kWhFinal (Fuentes: [Enerdata et al. 2011] y PHPP)
Factores CO <sub>2</sub>	Mezcla de electricidad: 0.59 kg/kWh Final Gas LP: 0.27 kg/kWhFinal (Fuentes: [Enerdata et al. 2011] y PHPP)

En cuanto a la tabla 4, los aparatos electrodomésticos, que se escogieron, se basan en la información de los electrodomésticos actuales promedio utilizados en viviendas sociales del INFONAVIT. Se ha observado que los aparatos electrodomésticos tienen un gran impacto en el balance energético de las viviendas, no sólo debido a su demanda de electricidad, sino también debido al hecho de que son cargas de calor internas que, a su vez, aumentan la demanda de refrigeración del espacio. Debido a esta razón es que los casos de eficiencia energética (EcoCasa 1, EcoCasa 2 y Casa Pasiva que para la NAMA se denominó EcoCasa Max), que se describirán en las siguientes subsecciones y en el anexo I, presentaron una mejora en los electrodomésticos que, también redujo las cargas internas de calor. En cuanto a las unidades de aire acondicionado, el supuesto fue que, cada vez que las temperaturas en interiores aumentan por arriba de la temperatura de confort definida, se utiliza un mini Split promedio (COP 2.5) (ver sección 4). En realidad, no todas las casas cuentan con dicha unidad mini Split, sino que algunas de las viviendas tienen unidades viejas e ineficientes, algunas pueden tener unidades de A/C más nuevas y algunas otras no tienen ningún aparato para una refrigeración activa. Este supuesto mantiene los cálculos de la demanda de energía y, por consiguiente, el cálculo del CO<sub>2</sub> del lado seguro. Para una descripción detallada de los límites de temperatura para el verano y el invierno y la ocupación (número de m<sup>2</sup> por persona), favor de referirse a la sección 4.

Otra característica importante del caso de línea base que debe notarse, es que no se tomó en consideración la reciente norma de construcción mexicana NOM 020 que, desde agosto del 2011, establece el estándar de energía mínima para proyectos de vivienda en todo el país. Esto se acordó junto con CONAVI antes de efectuar los cálculos bajo el entendimiento de que, los proyectos a construirse en un futuro inmediato, y que fueron registrados antes de la vigencia de la norma, todavía no toman en cuenta dicha norma. Es por esta razón que, durante los primeros años de la implementación de la NAMA, las edificaciones que no consideran la NOM 020 sí serán construidas, pero formarán parte de un período de transición. A partir de agosto del 2011, todos los proyectos

que soliciten permisos de construcción deben considerar la NOM 020. En breve, cualesquier futura consideración de una edificación, de línea base en México, deberá tomar en cuenta esta norma debido a su naturaleza obligatoria (ver [NOM 020]).

#### **d) Comprobación de los casos de línea base**

El siguiente paso fue el de establecer un balance energético de los casos de línea base para los tres tipos de construcción, en los cuatro diferentes sitios de la república, calculando la demanda de energía con PHPP.

#### **e) Optimización de los parámetros de construcción**

Para poder lograr el Estándar EcoCasa Max por medio del cumplimiento del criterio para la certificación de Casa Pasiva para viviendas residenciales, se calculó una optimización de los elementos de construcción. Dicha optimización incluyó el uso de niveles más altos de aislamiento y ventanas de alta calidad (marcos aislados con doble o triple vidrio, dependiendo del clima) y aparatos electrodomésticos altamente eficientes. Algunas otras medidas incluyeron el uso de sombreadamiento removible, el logro de una envolvente térmica hermética y la inclusión de sistemas de ventilación mecánica (ya sea con una recuperación de calor altamente eficiente, o sólo aire de extracción, dependiendo del sitio). Todas las medidas se aplicaron sin cambiar el diseño de construcción. En la sección 5 y en el anexo I, de este estudio, se incluyen más detalles en cuanto a estas medidas.

#### **f) Desarrollo de dos casos intermedios entre la línea base y EcoCasa Max/Casa Pasiva**

El primer concepto de casa intermedia se llamó EcoCasa 1, por sugerencia del CONAVI, reuniendo todas las medidas de eficiencia energética del actual esquema de la Hipoteca Verde. El programa de crédito de la Hipoteca Verde es proporcionado por el INFONAVIT (Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores) y ofrece préstamos suplementarios para cubrir los costos incrementales de las tecnologías verdes y de los electrodomésticos en las casas nuevas de proyectos para la vivienda social. Dichas medidas,

empleadas para la EcoCasa 1 son: aproximadamente 2.5 cm de aislamiento en los techos y en los muros con mayor exposición a la radiación solar, pintura reflejante, uso de calentadores de paso con gas LPG, calentamiento de agua solar y un sistema eficiente de A/C (esto último, dependiendo del clima). Además, también se consideraron electrodomésticos eficientes disponibles en el mercado local actual y que ya son más eficientes que los empleados para la línea base (ver tabla 4). En el anexo 1, se describe, en mayor detalle, la eficiencia de los electrodomésticos, así como el resto de los parámetros para EcoCasa 1. En el caso de las edificaciones tipo Adosada y Vertical, la losa original para los techos de concreto reforzado se cambió por un sistema de vigueta y bovedilla (bloques EPS, vigas de concreto reforzado), comúnmente utilizados en muchos de los proyectos de Hipoteca Verde. Dicho sistema también se utilizó en los siguientes casos de eficiencia energética para los tipos de construcción Adosada y Vertical.

El segundo caso intermedio, EcoCasa 2, representa una mayor optimización hacia el Estándar de la Casa Pasiva, por medio de un bajo nivel de aislamiento en los muros, los techos y las losas del piso (dependiendo del sitio), ventanas mejoradas y electrodomésticos altamente eficientes que todavía no son comunes dentro del mercado mexicano. En el anexo 1, se presentan mayores detalles en cuanto a los parámetros para EcoCasa 2. La figura 5, muestra los cuatro casos de eficiencia energética desarrollados para esta NAMA.

Los diferentes estándares de eficiencia energética calculados, corresponden a diferentes niveles de energía del sistema de calificación SISEVIVE, que se está desarrollando actualmente, siendo el nivel F el de la línea base y el nivel A el del Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax.

#### g) Determinación del costo de inversión adicional.

Se calcularon los costos de inversión adicionales y los costos totales durante la vida útil de los diferentes casos de eficiencia energética, tanto conforme a la situación actual del mercado, como para el escenario de costos a futuro.





### EcoCasa 1

---

Medidas Hipoteca Verde\*:  
25 mm aislamiento en muro  
de mayor radiación, sistema  
de casetones de poliestireno,  
calentador solar, pintura  
reflectiva, electrodomésticos  
eficientes (FIDE)

### EcoCasa 2

---

Dependiendo de clima:  
aislamiento en los cuatro  
muros, techo y/o piso, mejora  
de ventanas, calentador solar,  
pintura reflectiva, electro-  
domésticos altamente eficientes

### Casa Pasiva EcoCasa Max

---

Dependiendo del clima: mucho  
aislamiento de muros, piso y/o  
techo, ventana de alta calidad,  
pintura reflectiva. Producción de  
agua caliente solar, electro-  
domésticos altamente eficientes.

### LÍNEA BASE

---

Figura 5: Casos de eficiencia energética para la NAMA<sup>2</sup> mexicana  
Fuente: Passive House Institute

<sup>2</sup> En el documento principal de NAMA, al cual se adhiere este anexo, la EcoCasaMax se basa en el Estándar Passivhaus o Casa Pasiva.

\* En el esquema actual de Hipoteca Verde solo algunas medidas se pueden elegir por los desarrolladores de proyecto para obtener un crédito adicional. Para la NAMA se eligieron todas las medidas de eficiencia energética disponibles para la Hipoteca Verde, a manera de optimización de dicho programa.

## 4 Condiciones límite

Para los balances de energía que se llevaron a cabo dentro de este estudio, se definieron algunas condiciones límite que sirvieron como guía para todos los cálculos. Como primera condición límite se tuvo que elegir un rango de temperatura. El rango de temperatura es importante ya que, en los cálculos, se asume que cuando las temperaturas dentro de la casa exceden el límite superior, la casa se enfría activamente, lo cual tiene un impacto sobre la demanda de energía de la edificación. Por otra parte, cuando las temperaturas de la casa están por debajo del umbral, entonces se asume que los usuarios van a calentar la casa activamente, lo cual, también tendrá un impacto en la demanda de energía.

Para la NAMA, se fijó un rango de confort de temperatura de los 20°C a los 25°C. Este rango de temperaturas se basa en la norma ISO7730, donde se establece el rango ideal para el confort humano. Este confort óptimo frecuentemente no se logra en casas con estándares de energía deficientes, debidos a razones técnicas o económicas. No obstante, la experiencia demuestra que tan pronto los ocupantes son capaces de elevar su confort en interiores, a través del uso de refrigeración y/o calefacción activas, lo hacen con el propósito de lograr un rango óptimo de confort de 20-25°C, aumentando su uso de energía para calefacción y/o refrigeración.

Las figuras 6a y 6b, muestran la diferencia en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> para los diferentes casos de eficiencia, para el tipo de construcción Vertical en los climas extremos de Hermosillo y Cancún.

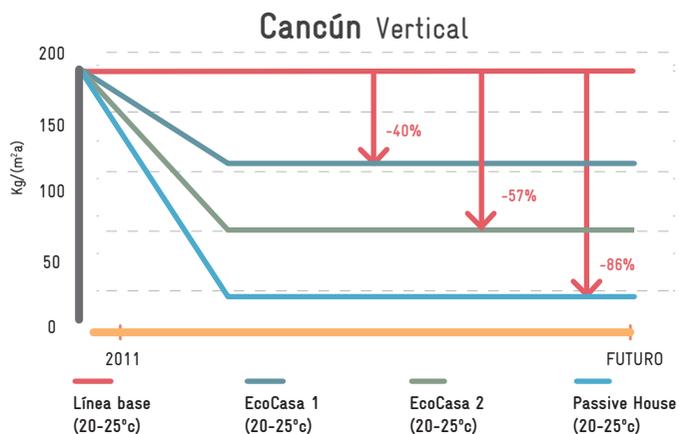
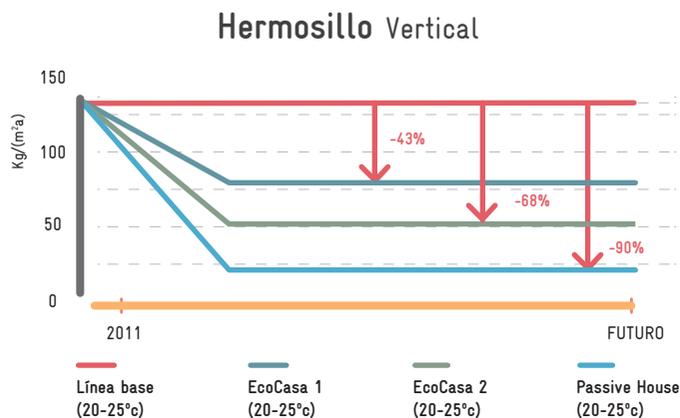


Figura 6a: Estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, para el tipo de construcción Vertical en Hermosillo. Fuente: Passive House Institute.

Figura 6b: Estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, para el tipo de construcción Vertical en Cancún. Fuente: Passive House Institute.

136

En los tres diagramas, la línea negra continua representa la línea base de bajo confort. Se muestran las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> para los diferentes casos de eficiencia energética, por debajo de la línea base, utilizando el rango de confort de 20-25°C. La línea punteada superior representa el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> que la línea base produciría dentro del rango de confort de 20-25°C. Las figuras 7a a 8b muestran el mismo diagrama para los tipos de construcción Adosada y Aislada.

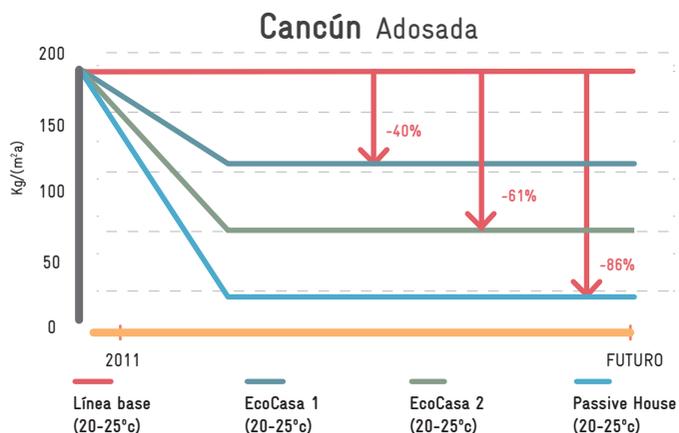
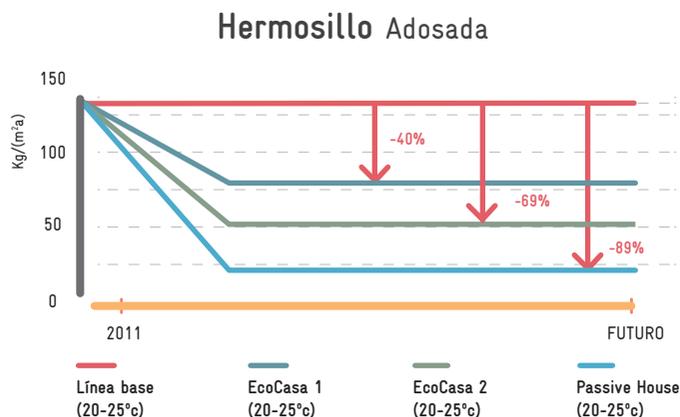


Figura 7a: Estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, para el tipo de construcción Adosada en Hermosillo. Fuente: Passive House Institute.

Figura 7b: estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, para el tipo de construcción Adosada en Cancún. Fuente: Passive House Institute.

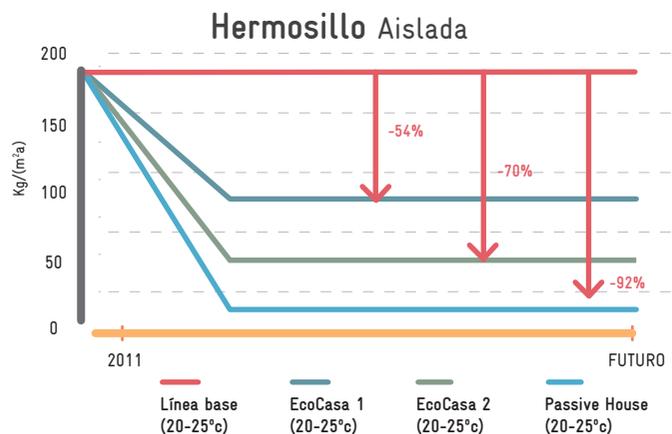


Figura 8a: Estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> para el tipo de construcción Aislada en Hermosillo. Fuente: Passive House Institute.

Otra condición límite importante fue, que aunque todos los tipos de construcción se diseñaron para cuatro habitantes, la ocupación se estimó en dos personas por vivienda. Esta definición se consideró, bajo el supuesto conservador de que dos personas serían la ocupación promedio, durante un ciclo de vida de 30 años para la unidad habitacional (período bajo observación).

Los costos se calcularon bajo una estimación de los precios de las medidas constructivas adicionales desde la EcoCasa 1 a las EcoCasaMax, usando el caso de línea base como punto de inicio. Una primera estimación llamada “costos de inversión actuales”, refleja los precios que se hubieran tenido que pagar si es que los estándares de construcción fueran a llevarse a cabo ahora. Esto incluye el hecho de que los componentes para la Casa Pasiva, tales como ventanas eficientes y unidades de ventilación con recuperación de calor todavía no se encuentran disponibles en el mercado mexicano y que, por lo tanto, son muy costosos. Sin embargo, la experiencia en el mercado de Europa Central, nos muestra que la introducción de estándares de construcción con eficiencia energética desafía a los fabricantes para elaborar mejores productos con un alto grado de desempeño y mayor eficiencia. Otra estimación llamada “costos de inversión a futuro”, se elabora bajo el supuesto de que una vez que la construcción con eficiencia energética se convierta en una práctica común en México, por medio de la NAMA, los costos de los componentes de la Casa

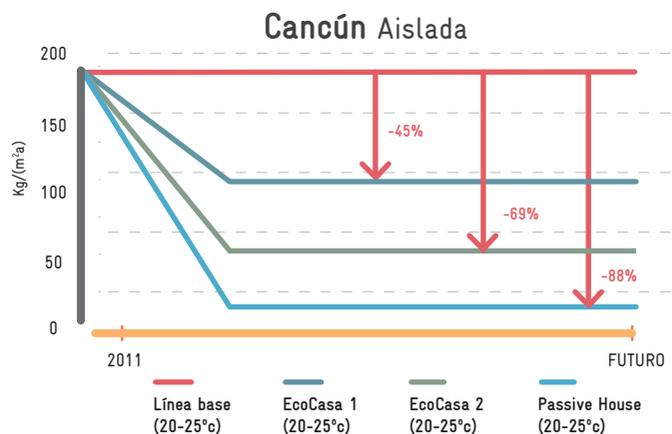


Figura 8b: estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> para el tipo de construcción Aislada en Cancún. Fuente: Passive House Institute.

Pasiva serán significativamente más bajos, debido a la producción local de componentes para la construcción, bajo una situación de mercado competitivo estándar. En la tabla 5, se resumen las condiciones límite que se tomaron en cuenta para los cálculos de costos.

Tabla 5: Condiciones límite para los cálculos de costo.  
Fuente: Passive House Institute

Tasa de interés real	2.00%	p.a.
Ciclo de vida	30	años
Precio del gas*	0.075	US\$/kWh
Aumento en el precio del gas	2.1%	p.a.
Precio de la electricidad	0.083	US\$/kWh
Aumento en el precio de la electricidad	4.0%	p.a.
Subsidio al precio de la electricidad	0.14	US\$/kWh
Aumento del subsidio	6.0%	p.a.

\*Aun cuando los costos del gas LP en México están subsidiados, para la NAMA no se consideró subsidio alguno. Este supuesto conservador se realizó así para poder calcular los costos en el lado seguro, por una parte, ya que los costos del gas natural (usado en algunos proyectos) no están subsidiados, y por la otra, puesto que el consumo de gas no es tan alto en comparación con el consumo de electricidad.”





## 5 Panorama general de medidas y resultados

139

Con el objetivo de tener una visión más clara de los resultados del balance de energía, esta sección proporciona un panorama general de las medidas aplicadas a los diferentes tipos de construcción analizados en los diferentes sitios (para una descripción exhaustiva de los tres tipos de casos de construcción y su eficiencia energética, ver anexo I).

### 5.1. CÁLIDO SECO EXTREMOSO (HERMOSILLO)

Para el extremadamente cálido y seco clima de Hermosillo en el nor-oeste de México, las medidas que se aplicaron para optimizar la eficiencia energética de las construcciones incluyen el aislamiento de los muros exteriores (de 10 a 30 cm dependiendo del tipo de construcción). Además los techos fueron altamente aislados (aproximadamente 30 cm) así como las losas del piso (cerca de 10 cm). Así mismo se mejoraron las ventanas ya que se demostró que el triple vidrio con protección solar, era un elemento clave para la reducción de la demanda de refrigeración en este clima

cálido seco extremoso. Algunas otras medidas que probaron tener una gran relevancia en la reducción de la demanda energética, así como para cumplir con el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax son: ventilación con recuperación de energía, enfriamiento con recirculación de aire por separado, sombreado exterior móvil, mejora de la masa térmica y la aplicación de "Cool colours", o de pintura altamente reflejante en muros y techos. Las figuras 9a a 9c resumen las demandas específicas de refrigeración y calefacción, así como las demandas de energía primaria y de deshumidificación para todos los tipos de construcción analizados.

140

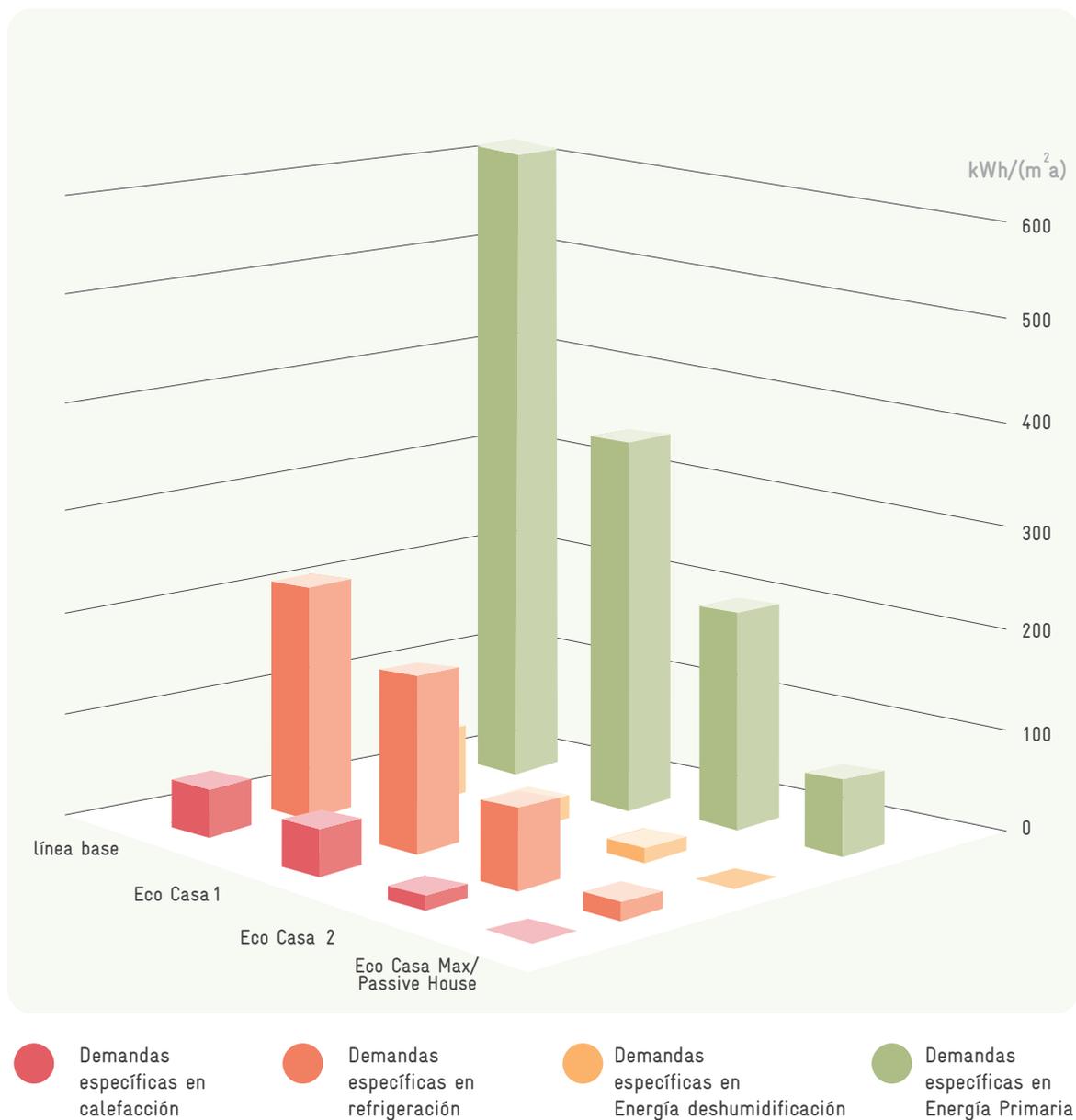


Figura 9a: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Vertical en Hermosillo.  
Fuente: Passive House Institute

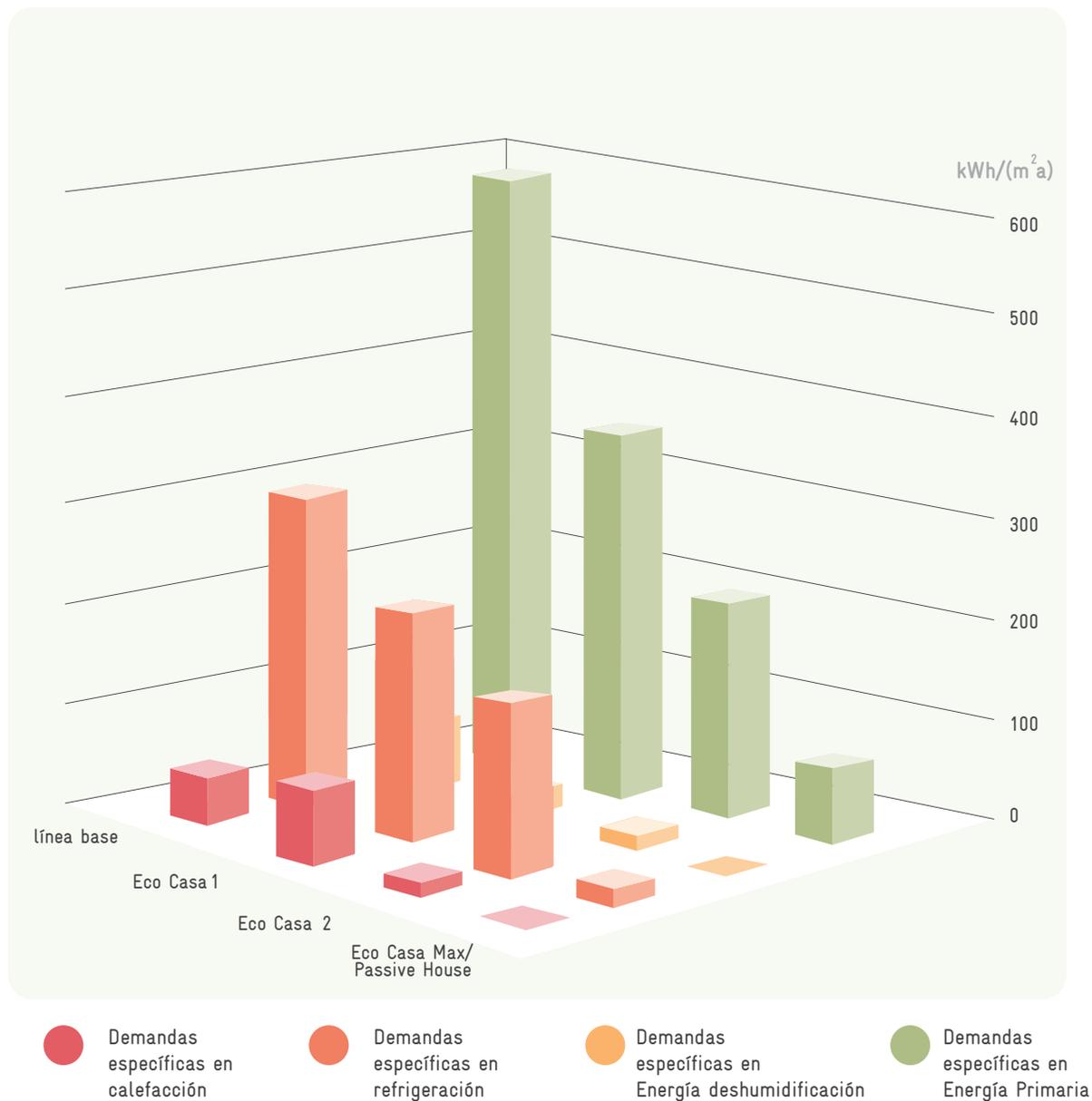


Figura 9b: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Adosada en Hermosillo.

Fuente: Passive House Institute

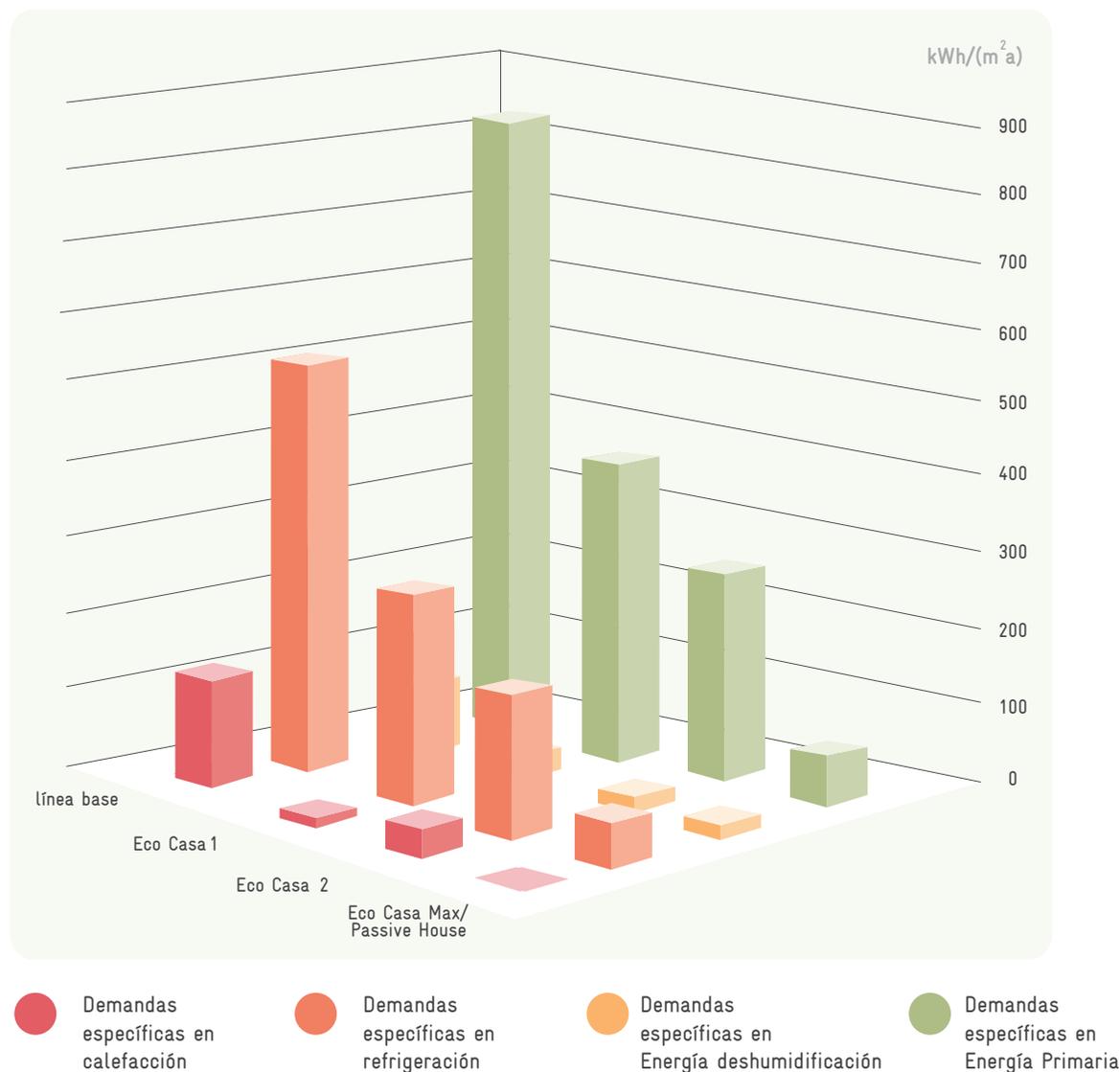
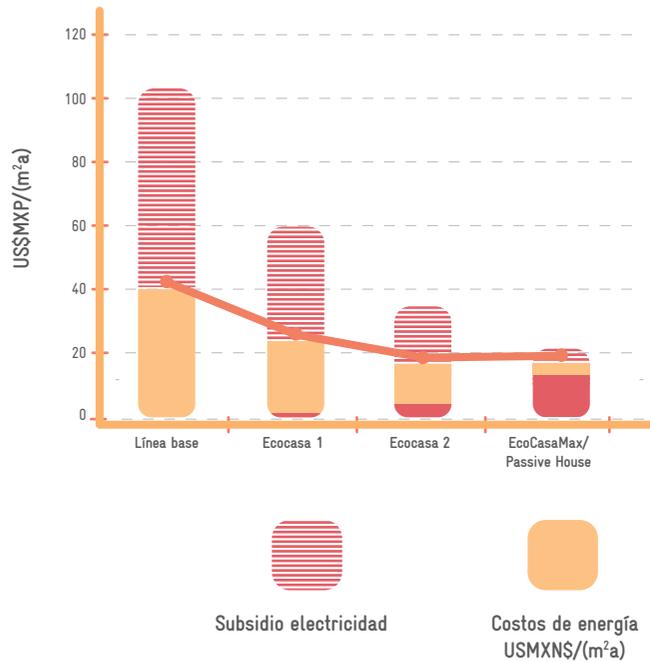


Figura 9c: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Aislada en Cancún. Fuente: Passive House Institute

Como se puede apreciar en la serie de las figuras 9, las demandas de energía bajan dramáticamente desde la línea base hasta el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax. Es más, las figuras 10a, 11a y 12a presentan los costos de inversión y de energía de los diferentes casos de eficiencia, desde la línea base hasta la EcoCasaMax. Las figuras 10b, 11b y 12b presentan el escenario del costo de inversión a futuro.

**HERMOSILLO**  
 Costos de inversión y de energía  
 VERTICAL



**HERMOSILLO**  
 Costos de inversión a futuro y costos de energía  
 VERTICAL

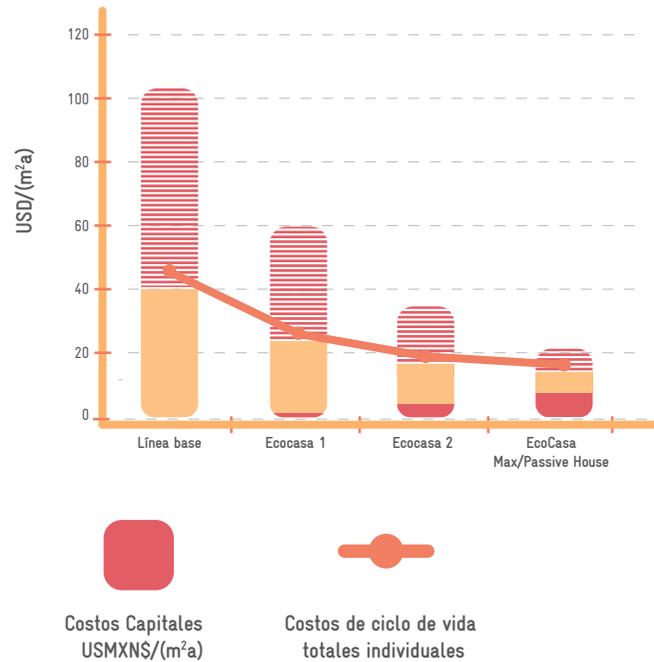


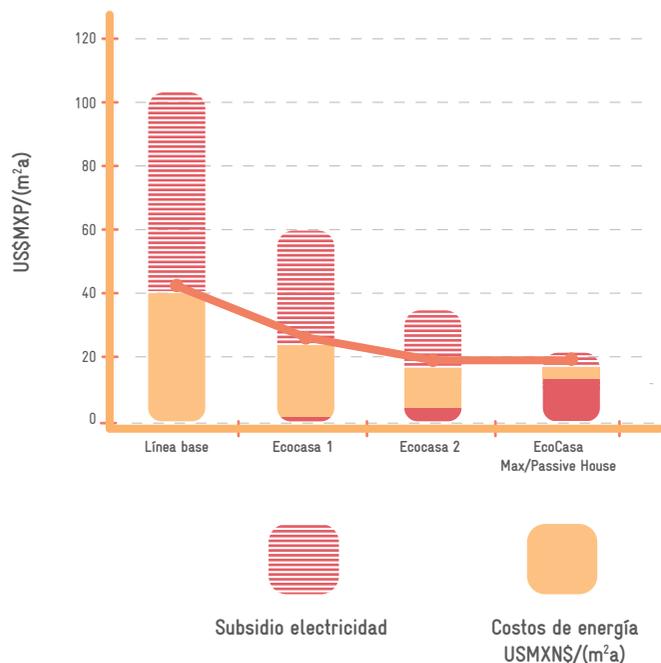
Figura 10a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Hermosillo.

Fuente: Passive House Institute

Figura 10b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Hermosillo.

Fuente: Passive House Institute

**HERMOSILLO**  
 Costos de inversión y de energía  
 ADOSADA



**HERMOSILLO**  
 Costos de inversión a futuro y costos de energía  
 ADOSADA

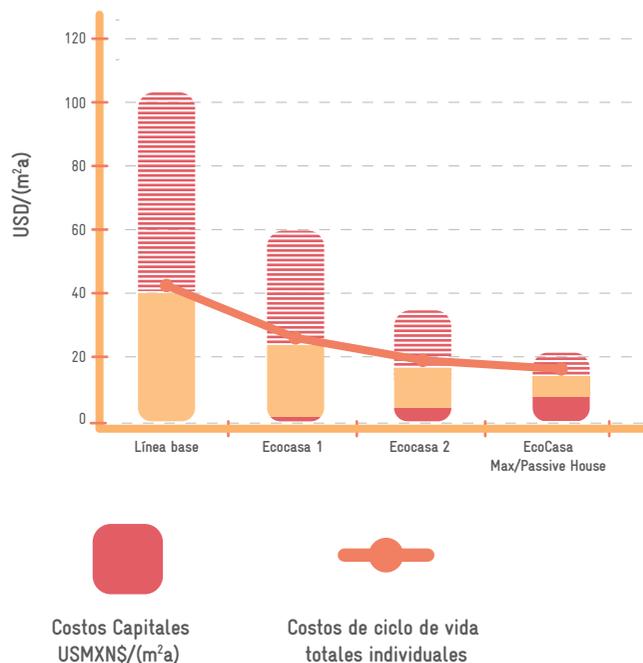


Figura 11a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Hermosillo.

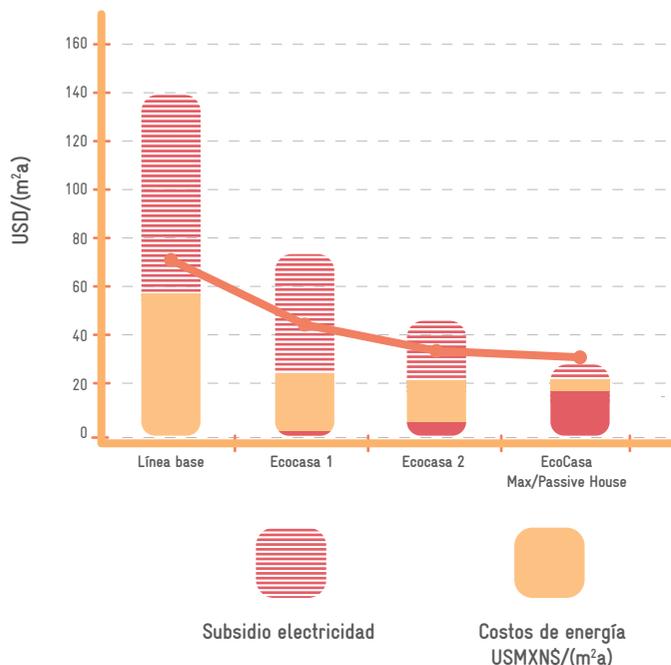
Fuente: Passive House Institute

Figura 11b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Hermosillo.

Fuente: Passive House Institute

### HERMOSILLO

#### Costos de inversión y de energía AISLADA



### HERMOSILLO

#### Costos de inversión a futuro y costos de energía AISLADA

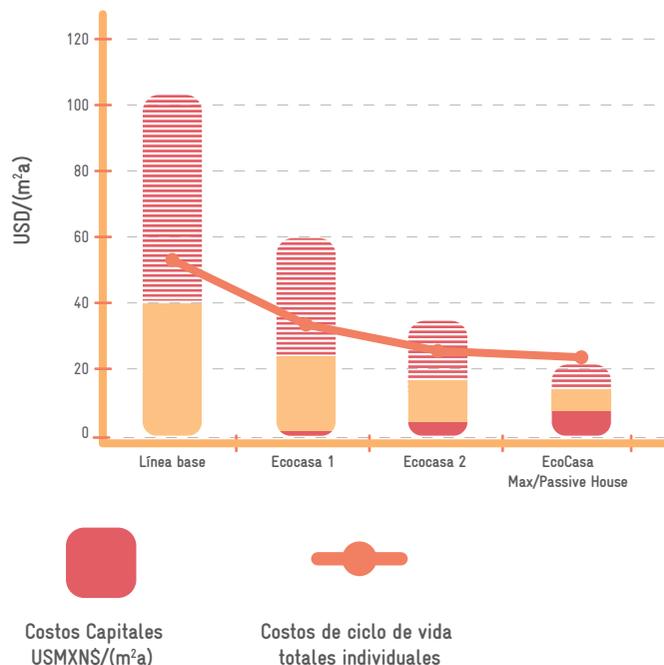


Figura 12a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Hermosillo.

Fuente: Passive House Institute

Figura 12b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Hermosillo.

Fuente: Passive House Institute

Como se puede deducir a partir de las gráficas de comparación de costos, en las figuras 10a y 10b, aun suponiendo los costos actuales de los componentes eficientes de energía y sin tomar en cuenta los subsidios a la energía, el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax es una solución económicamente viable. No obstante, mientras que las viviendas verticales representan el óptimo económico aun en la actualidad (precios actuales), queda claro que las casas unifamiliares (figuras 11a y 12a) están en desventaja con respecto a la eficiencia energética. Sin embargo, una vez que los compo-

nentes con eficiencia energética con precios competitivos estén disponibles en el mercado mexicano, se aplicaría el escenario de 'costos a futuro' donde se aprecia que el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax es la opción más económica (figuras 11b y 12b). En términos de costos totales, incluyendo la participación de subsidios en los costos de suministro de energía, es evidente que el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax es el óptimo económico, en todos los casos.



## 5.2 TEMPLADO (GUADALAJARA)

El clima templado de la ciudad de Guadalajara, ubicada en el centro-occidente del país, es un ejemplo perfecto del tal llamado 'happy climate' (clima feliz), implicando que el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax puede lograrse con, relativamente, un mínimo de esfuerzo. Las medidas adoptadas para este sitio incluyen el aislamiento de todos los muros exteriores (alrededor de 5 cm dependiendo del tipo de construcción). Las losas del piso y el techo no requieren de altos niveles de aislamiento, aun cuando se detectó que, especialmente en el techo, el aislamiento sí aporta un mayor ahorro de energía. También se mejoraron las ventanas, pero para estos climas templados, el vidrio doble low-e resultó ser suficiente. Para minimizar la demanda de energía y para lograr el Estándar de Casa Pasiva/EcoCasaMax en este clima, basta con un sistema de extracción de aire, combinado con ventilación natural nocturna y la mejora de la masa térmica, en vez de una ventilación con recuperación de energía. En las figuras 13a a 13c, se pueden observar los diferentes valores de eficiencia energética para cada uno de los casos.

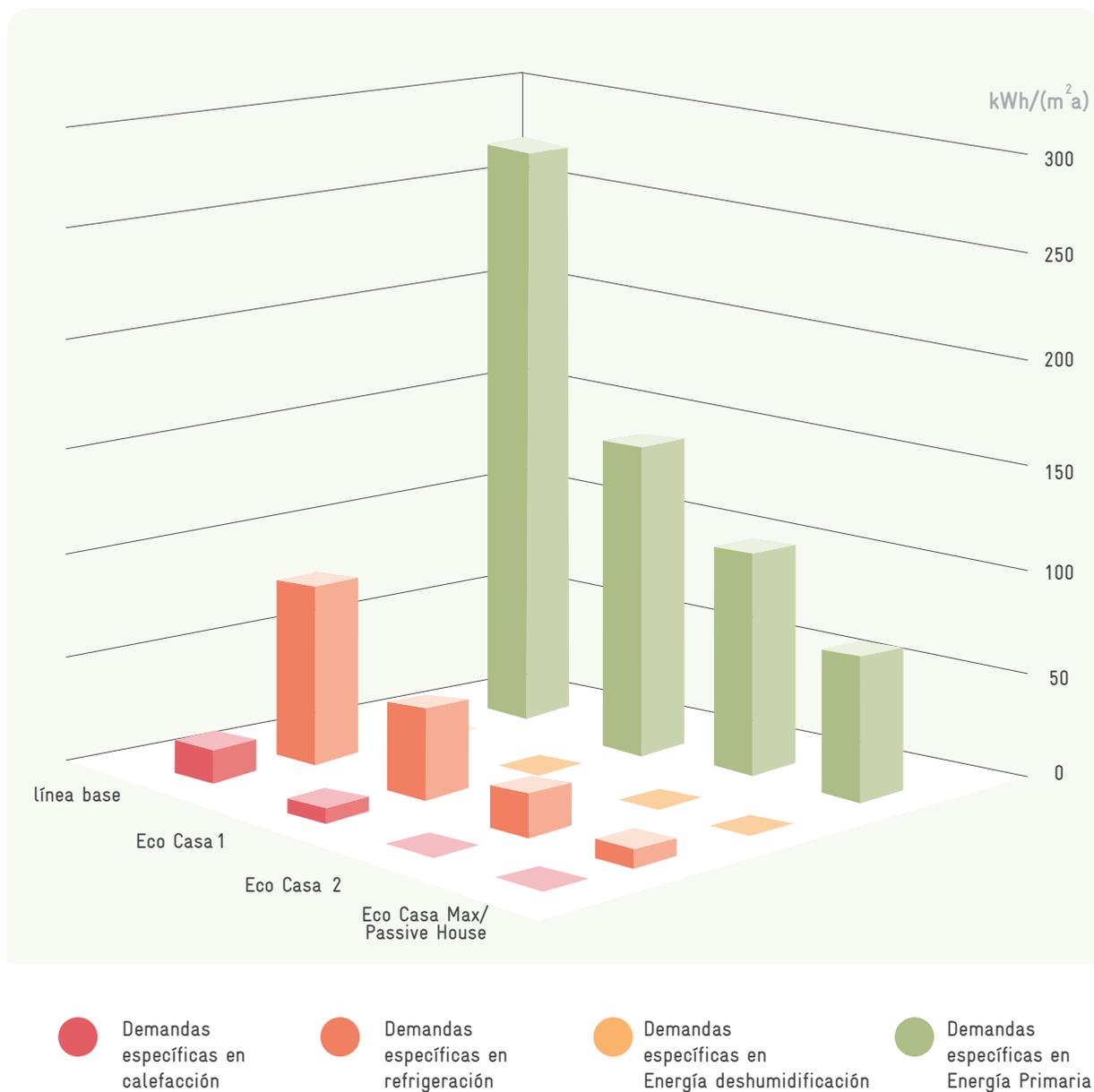


Figura 13a: Demandas específicas de energía para la construcción tipo Vertical en Guadalajara  
Fuente: Passive House Institute

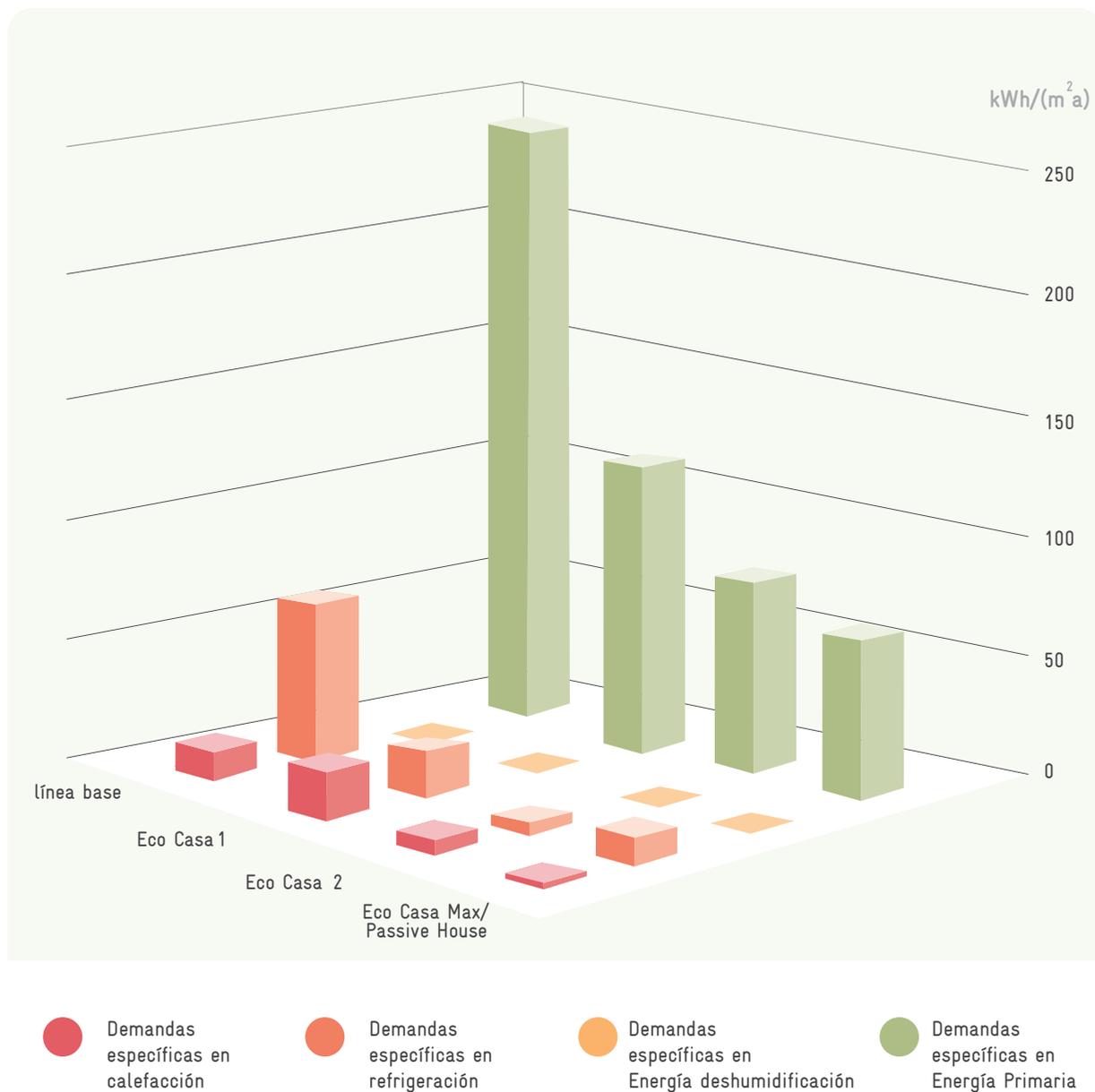


Figura 13b: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Adosada en Guadalajara  
Fuente: Passive House Institute

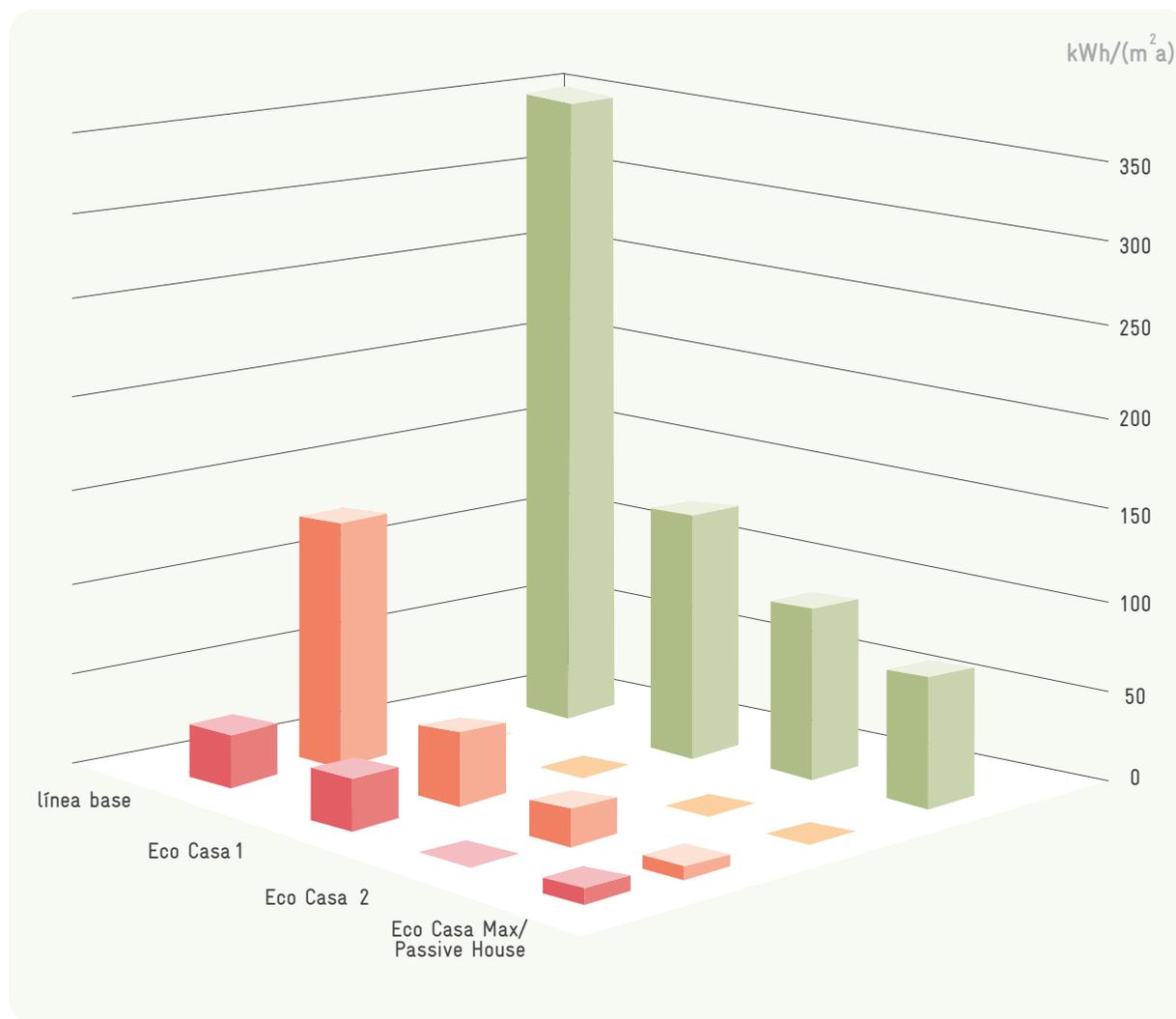


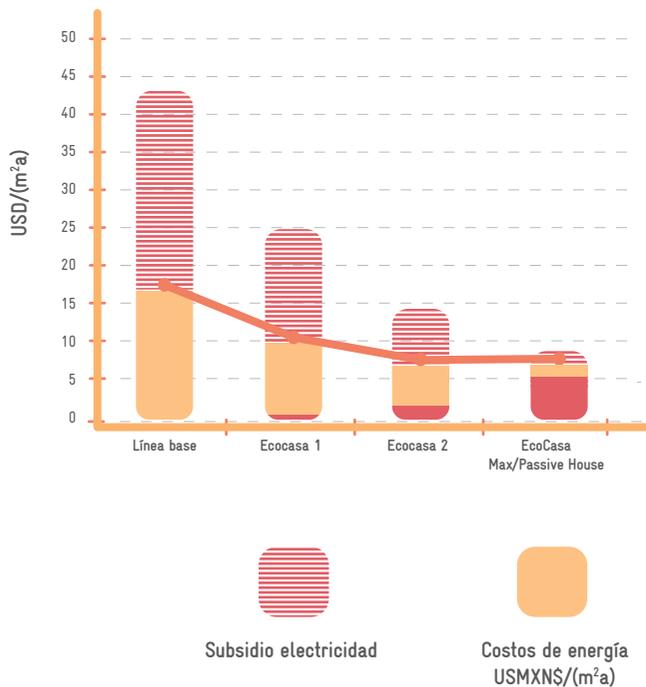
Figura 13c: Demandas específicas de energía para la construcción tipo Aislada en Guadalajara.

Fuente: Passive House Institute

Como puede observarse en las figuras 13a a 13c, en el clima de Guadalajara, la deshumidificación no es necesaria. Es más, en las figuras 14a a 16b, a la extrema derecha de los diagramas, se puede observar una barra adicional bajo la designación "Passive House Plus" (Casa Pasiva Plus). En Guadalajara, se llevó a cabo una optimización mayor de la edificación, debido a la situación especial de su clima (donde el Estándar Casa Pasiva es relativamente fácil de lograr). En este caso, se aplicaron aislamiento adicional y una mejora ulterior de las ventanas para poder lograr una demanda de energía nula para refrigeración y calefacción. Aun cuando el caso de la Casa Pasiva Plus, no forma parte del programa de financiamiento de la NAMA, de todas formas es un ejemplo interesante del potencial con el que cuentan algunas de la afortunadas regiones climáticas de México: alcanzar niveles de eficiencia energética sobresalientes no sólo es posible sino que es costo-efectivo (tal y como se observa en las gráficas). Otro ejemplo de un "happy climate", donde se puede aplicar el concepto de la Casa Pasiva Plus es en la ciudad de México. Debido a la magnitud y la importancia de la ciudad capital de México, los beneficios de este estándar son múltiples.

150

**Guadalajara**  
Costos de inversión y de energía  
VERTICAL



**Guadalajara**  
Costos de inversión a futuro y costos de energía  
VERTICAL

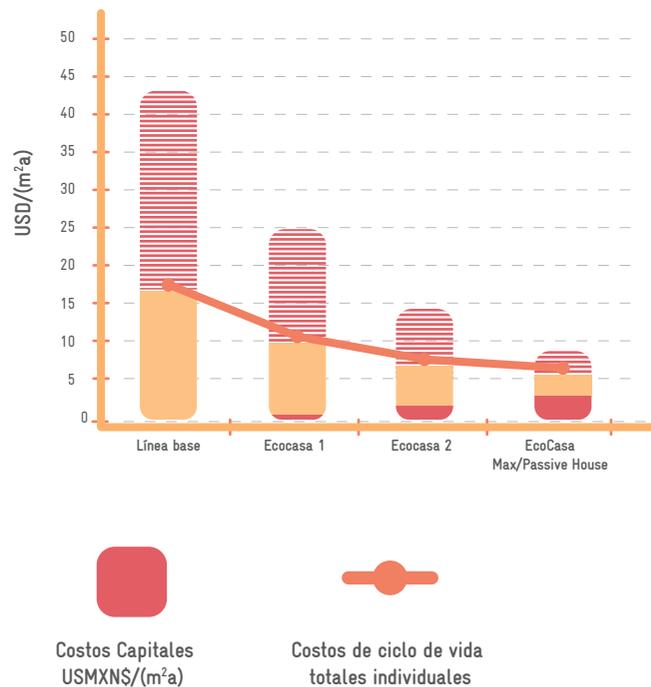
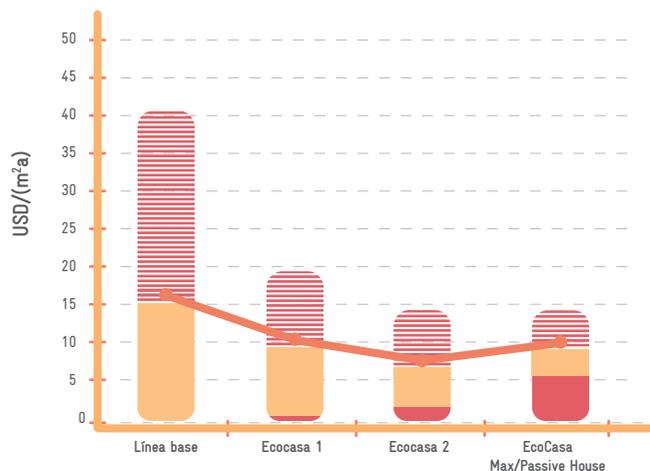


Figura 14a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Guadalajara.  
Fuente: Passive House Institute

Figura 14b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Guadalajara.  
Fuente: Passive House Institute

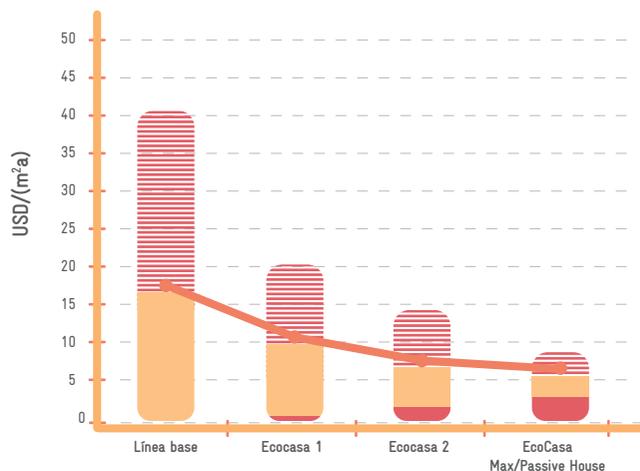
**Guadalajara**  
Costos de inversión y de energía  
ADOSADA



  
Subsidio electricidad

  
Costos de energía  
USMXNS/(m²a)

**Guadalajara**  
Costos de inversión a futuro y costos de energía  
ADOSADA



  
Costos Capitales  
USMXNS/(m²a)

  
Costos de ciclo de vida  
totales individuales

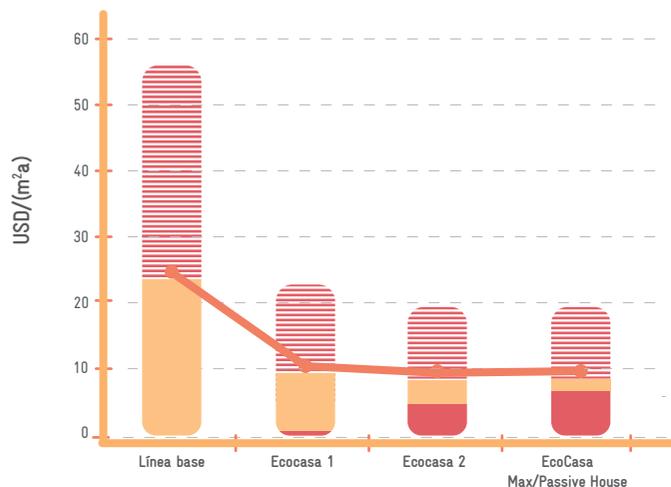
Figura 15a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Guadalajara.

Fuente: Passive House Institute

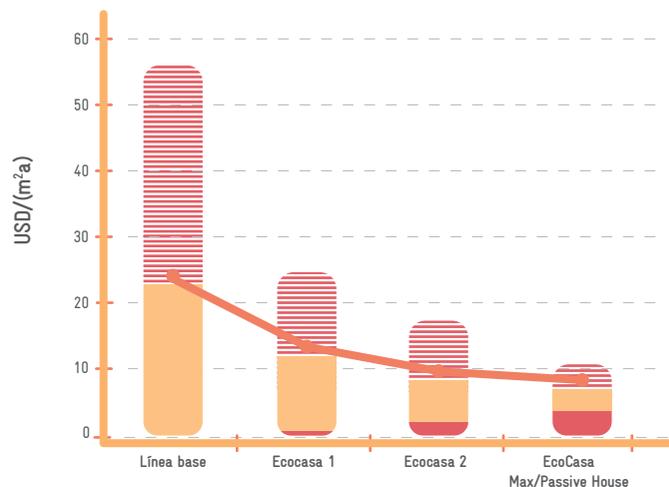
Figura 15b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Guadalajara.

Fuente: Passive House Institute

**Guadalajara**  
Costos de inversión y de energía  
AISLADA



**Guadalajara**  
Costos de inversión a futuro y costos de energía  
AISLADA



Subsidio electricidad

Costos de energía  
USMXNS/(m²a)

Costos Capitales  
USMXNS/(m²a)

Costos de ciclo de vida  
totales individuales

**Figura 16a:** Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Guadalajara.

Fuente: Passive House Institute

**Figura 16b:** Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pastiva en Guadalajara.

Fuente: Passive House Institute

En cuanto al escenario de "costos a futuro" y como puede apreciarse en las figuras 14b, 15b y 16b, la EcoCasaMax es el óptimo económico para el tipo de construcción vertical, así como para la vivienda unifamiliar. El caso de la Casa Pasiva Plus, a pesar de tener costos de inversión más altos que el caso de EcoCasaMax es la opción más económica, al tomar en cuenta los subsidios (figuras 14a, 15a y 16a).



### 5.3 SEMI-FRÍO (PUEBLA)

Para la ciudad de Puebla, ubicada en la parte central de la República Mexicana, con un clima ligeramente más frío que el de Guadalajara, las principales medidas de eficiencia energética incluyen 5 cm de aislamiento en muros y 2.5 cm en la losa del piso y en el techo, así como ventanas dobles. Basta con un sistema de extracción de aire, combinado con ventilación natural adicional, para asegurar la calidad del aire dentro de la edificación. Las figuras 17a a 17c, muestran la ventaja energética del Estándar de la Casa Pasiva/EcoCasaMax, en comparación con los otros casos de eficiencia energética.

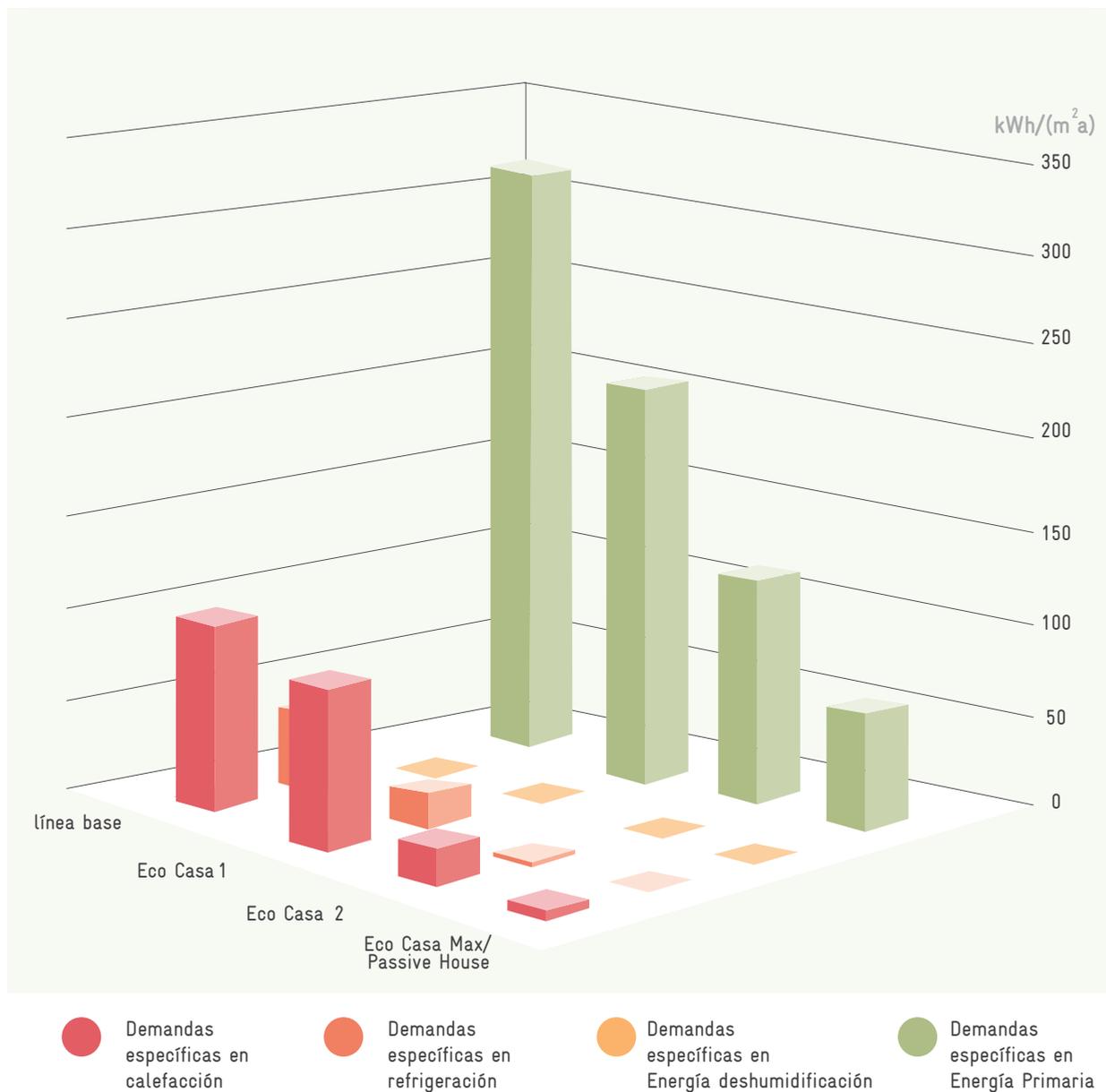


Figura 17a: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Vertical en Puebla  
Fuente: Passive House Institute

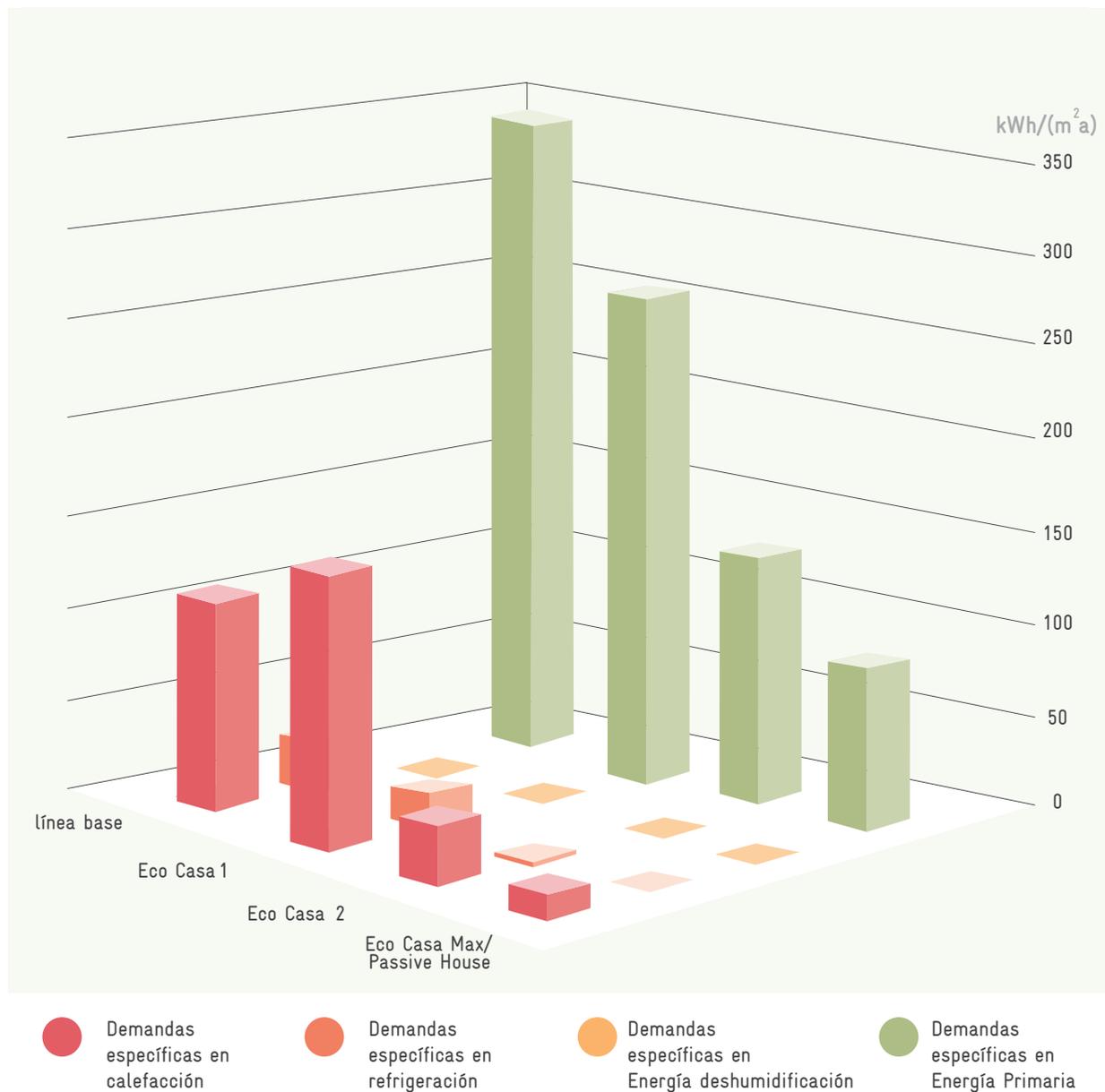


Figura 17b: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Adosada en Puebla  
Fuente: Passive House Institute

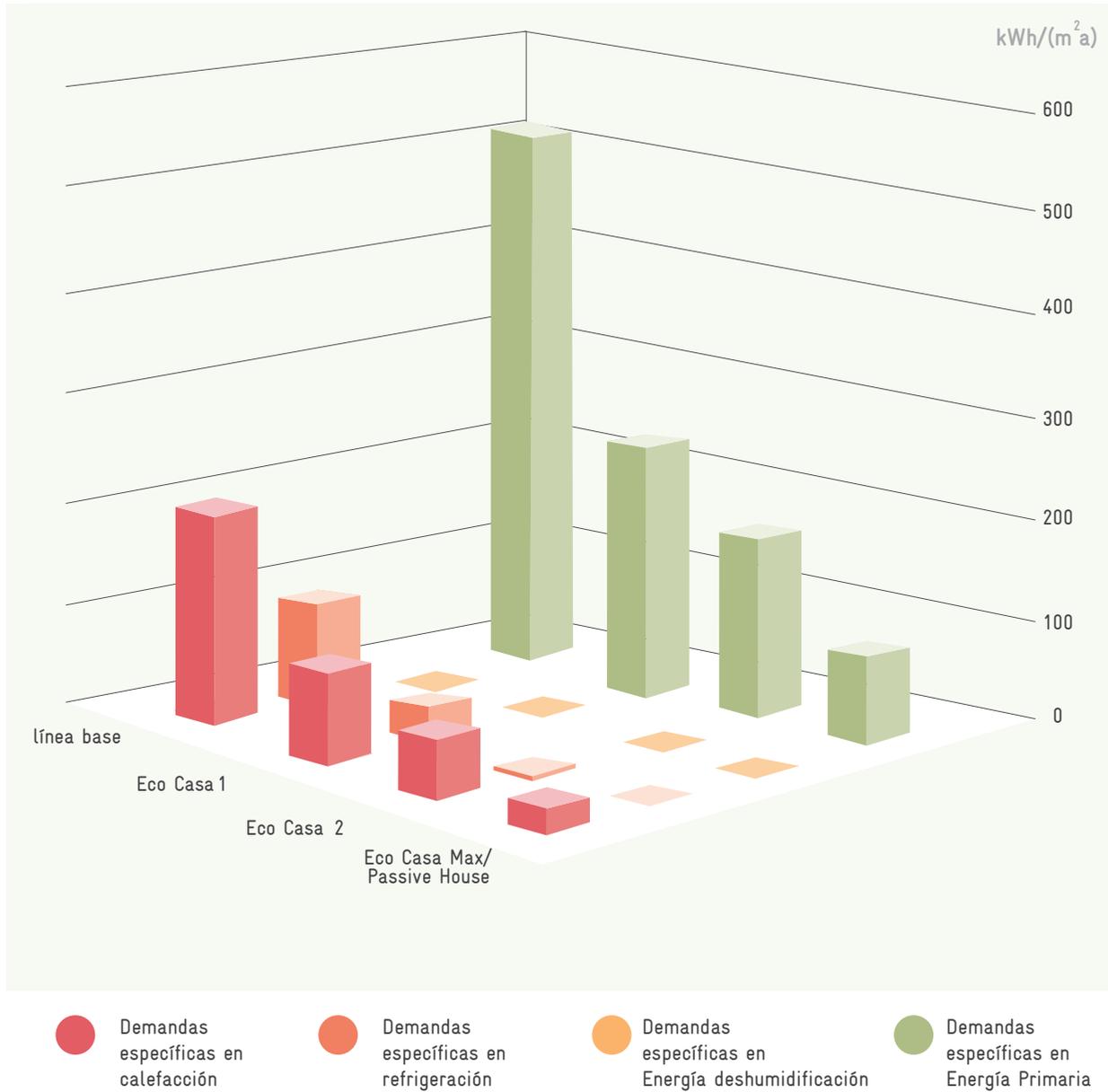


Figura 17c: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Aislada en Puebla  
Fuente: Passive House Institute

Como puede observarse en las figuras 17a a la 17c, las demandas de energía primaria y de calefacción de la línea base, son significativamente más altas que las del resto de los estándares de eficiencia energética, siendo el Estándar Casa Pasiva/Eco-CasaMax, el de menor demanda de energía.

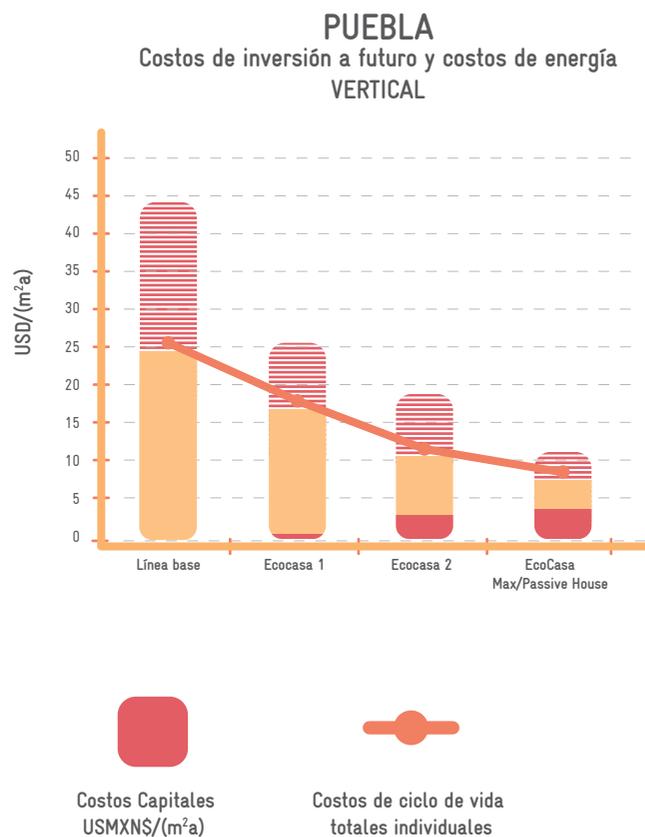
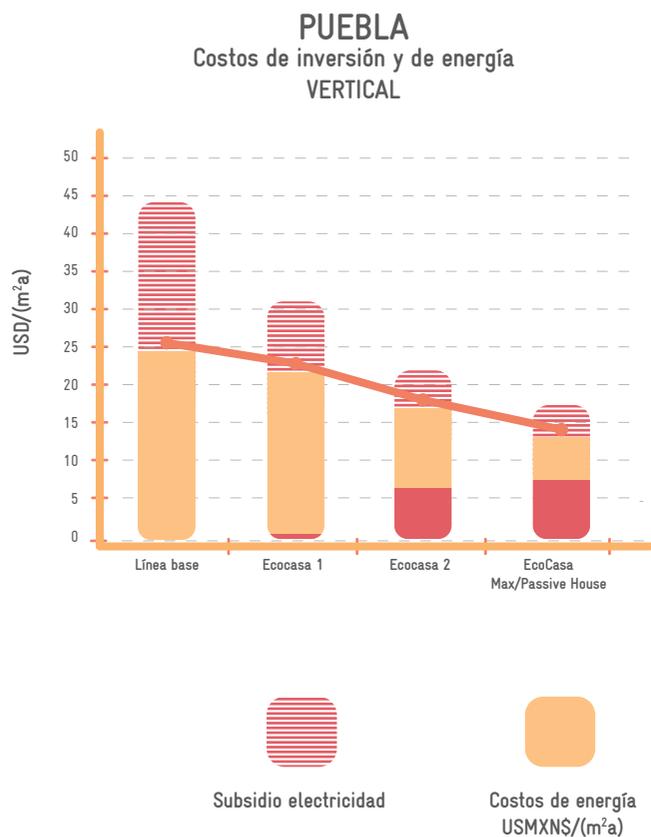
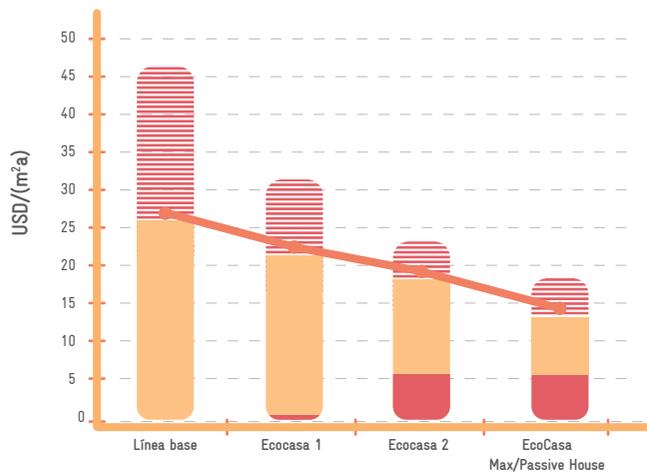


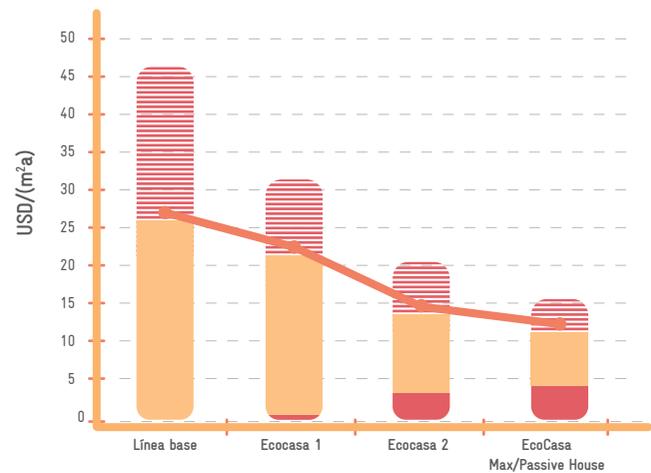
Figura 18a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Passiva en Puebla.  
Fuente: Passive House Institute

Figura 18b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Passiva en Puebla.  
Fuente: Passive House Institute

**PUEBLA**  
Costos de inversión y de energía  
ADOSADA



**PUEBLA**  
Costos de inversión a futuro y costos de energía  
ADOSADA



Subsidio electricidad



Costos de energía  
USMXNS/(m²a)



Costos Capitales  
USMXNS/(m²a)



Costos de ciclo de vida  
totales individuales

Figura 19a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Puebla.

Fuente: Passive House Institute

Figura 19b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Puebla.

Fuente: Passive House Institute

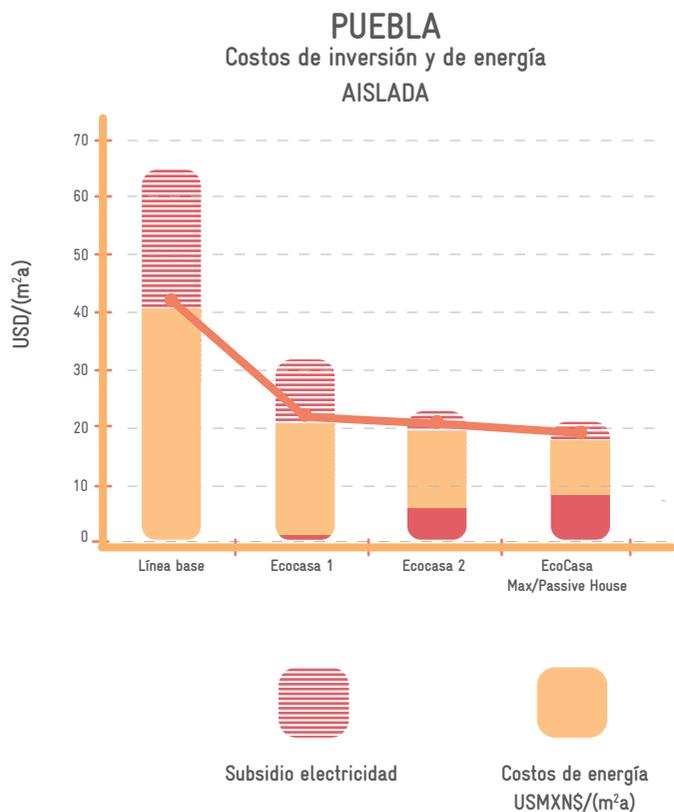


Figura 20a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Puebla.

Fuente: Passive House Institute

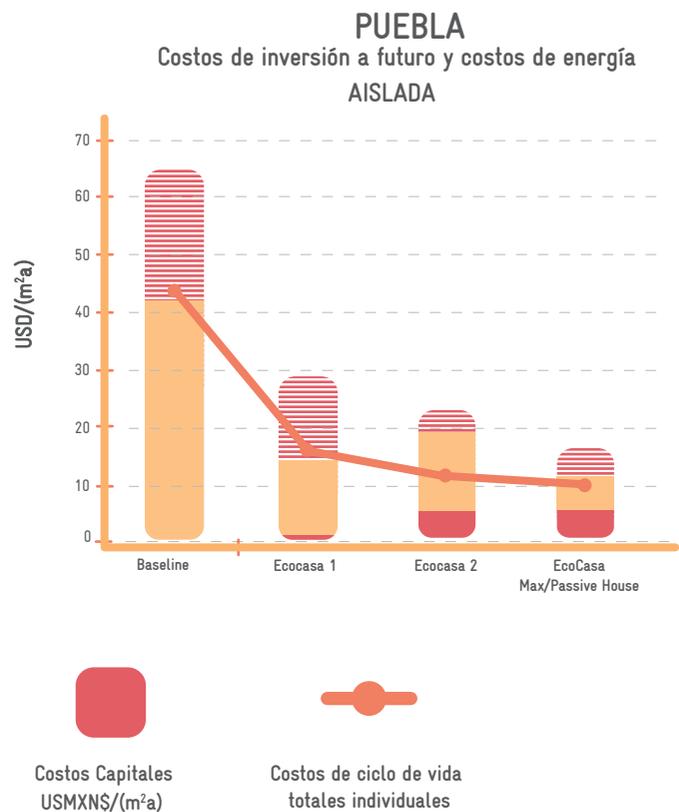


Figura 20b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Puebla.

Fuente: Passive House Institute

En las figuras 18a y 18b, se demuestra claramente la superioridad económica del caso Casa Pasiva/EcoCasaMax y las mejoras económicas de EcoCasa 1 y EcoCasa 2, ya sea en precios actuales como futuros.



## 5.4 CÁLIDO HÚMEDO EXTREMOSO (CANCÚN)

Para el clima extremadamente cálido y húmedo de la ciudad de Cancún, situada en el sureste de la República Mexicana, en la costa del Caribe, las medidas que se aplican para poder optimizar la eficiencia energética de las construcciones deben tomar en cuenta la humedad. Al igual a como con el resto de las construcciones en los otros sitios, el aislamiento de los elementos opacos de la edificación, fue el primer paso a darse, con un mínimo de 7.5 cm en todos los muros y piso, dependiendo del tipo de construcción, y de alrededor de 10 cm en el techo, para lograr el estándar Casa Pasiva/Eco Casa Max. Se utilizaron vidrios triples con protección solar. Otras medidas adicionales para lograr el Estándar Casa Pasiva/EcoCasaMax, incluyeron ventilación con recuperación de energía con control de humedad, refrigeración con recirculación por separado con deshumidificación adicional, sombreado exterior móvil, mejora de la masa térmica y la aplicación de "Cool Colours" en muros y techo.

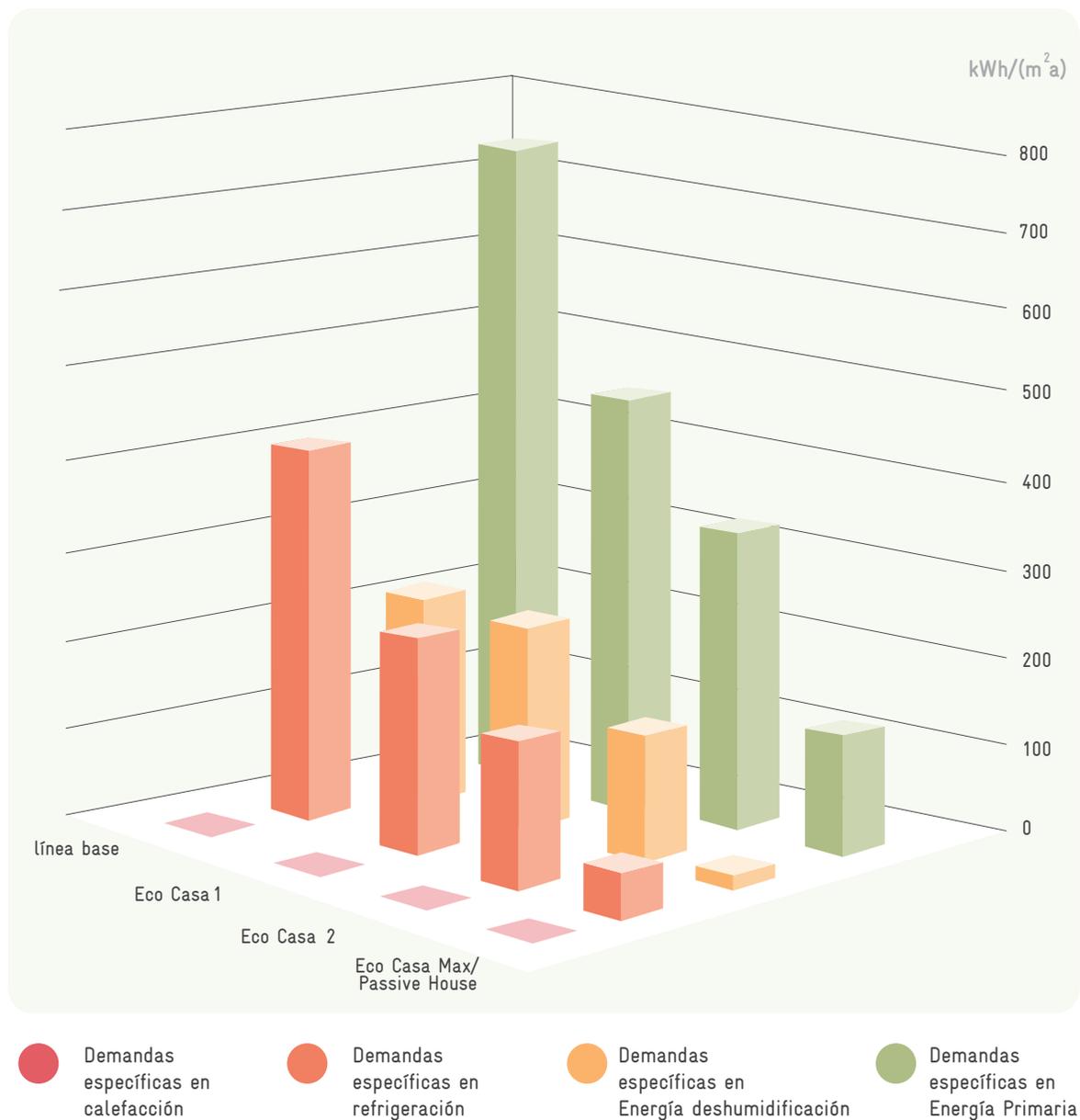


Figura 21a: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Vertical en Cancún.

Fuente: Passive House Institute

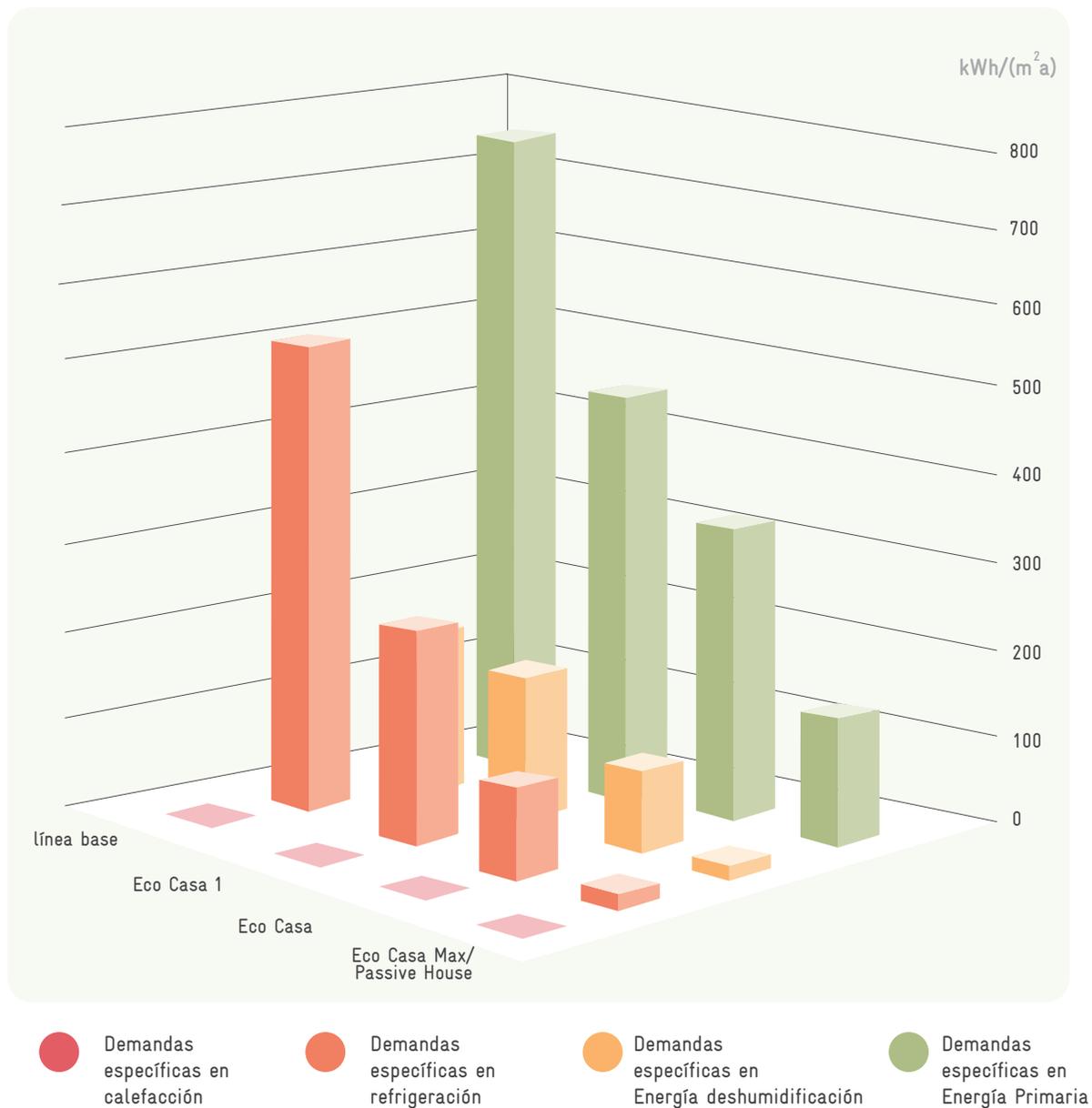


Figura 21b: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Adosada en Cancún.

Fuente: Passive House Institute

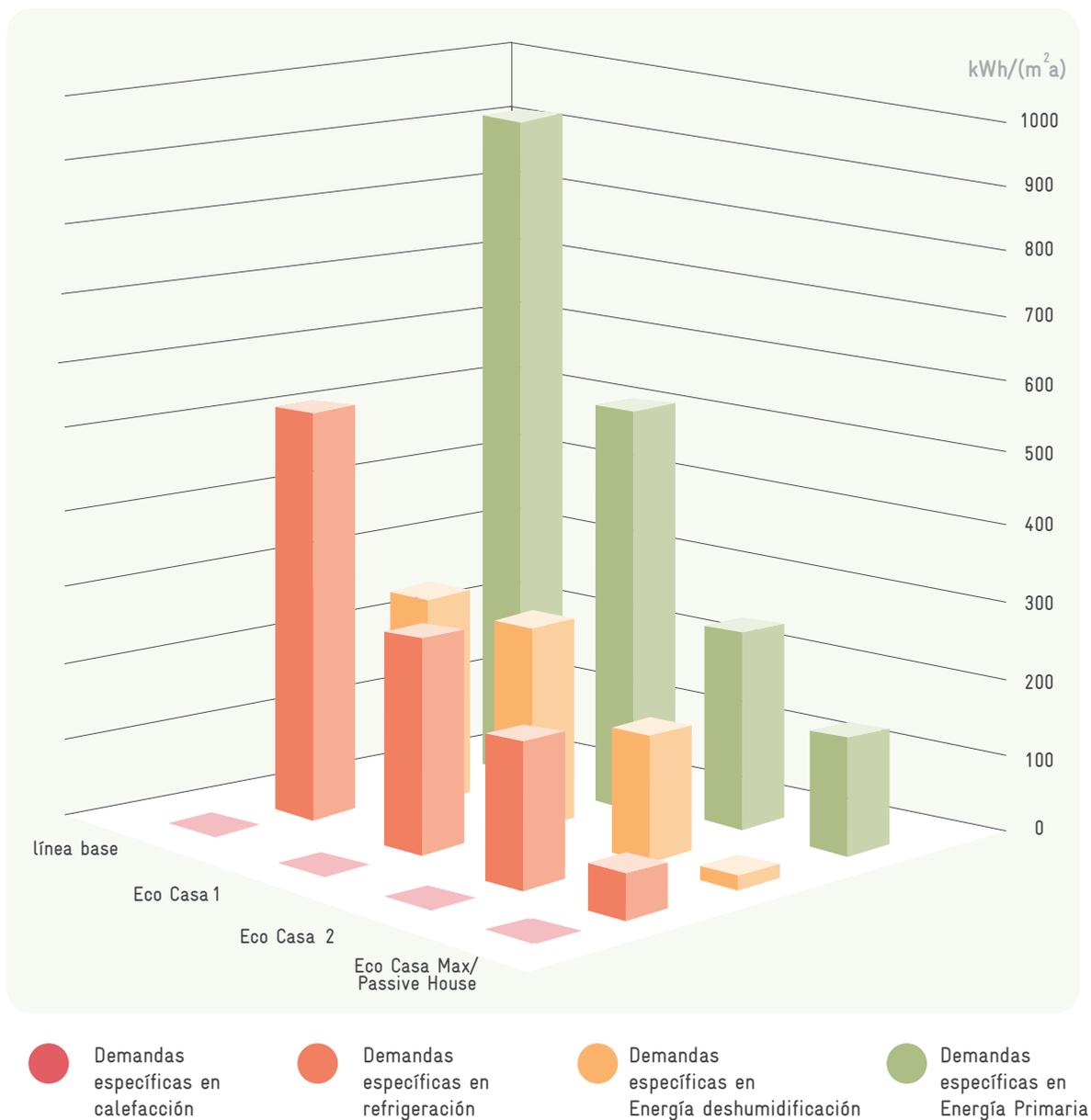


Figura 21c: Demandas específicas de energía para el tipo de construcción Aislada en Cancún.

Fuente: Passive House Institute

En las figuras 21a a 21c, se presentan los resultados en términos de eficiencia energética de los diferentes casos de construcción, desde la línea base hasta la Casa Pasiva/EcoCasaMax, para todos los tipos de construcción analizados. Nótese que en este clima tropical, las temperaturas promedio anuales, son tan altas, que para poder mantener una temperatura máxima interior de 25°C, es necesario enfriar activamente, lo cual tiene una influencia directa sobre la demanda de energía de refrigeración de la edificación. El criterio de Certificación como Casa Pasiva, establece que una edificación no debe exceder un máximo de demanda de energía para refrigeración de 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), o que la construcción tenga una carga de refrigeración de 10 W/m<sup>2</sup> o menos. Además, estudios recientes llevados a cabo por el Passive House Institute, establecen que, aún en el último de los casos, la demanda de energía para la deshumidificación, debe limitarse a un valor dependiente del clima para que pueda seguir siendo económica (ver [Schnieders et al. 2012]). Esto se puede observar en el caso de la Casa Pasiva.

164

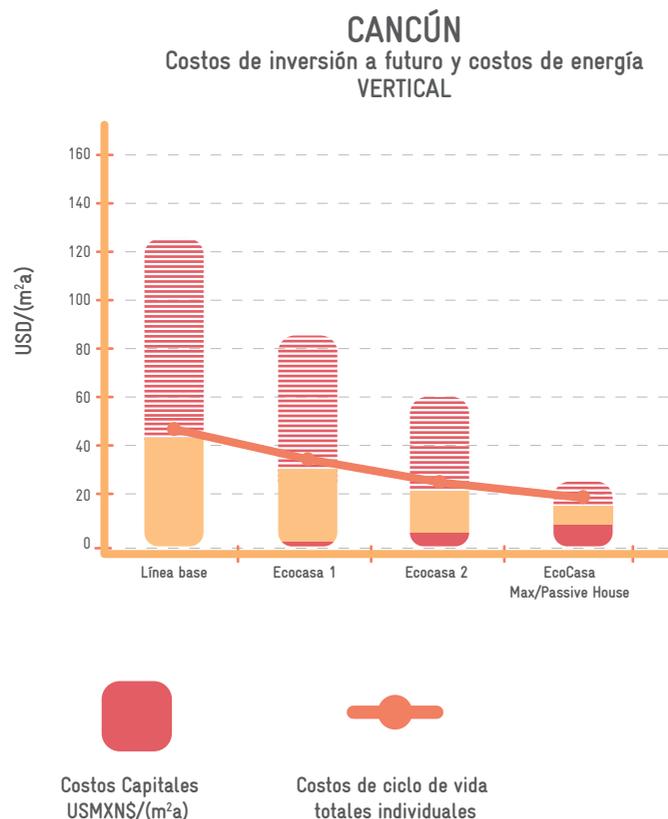
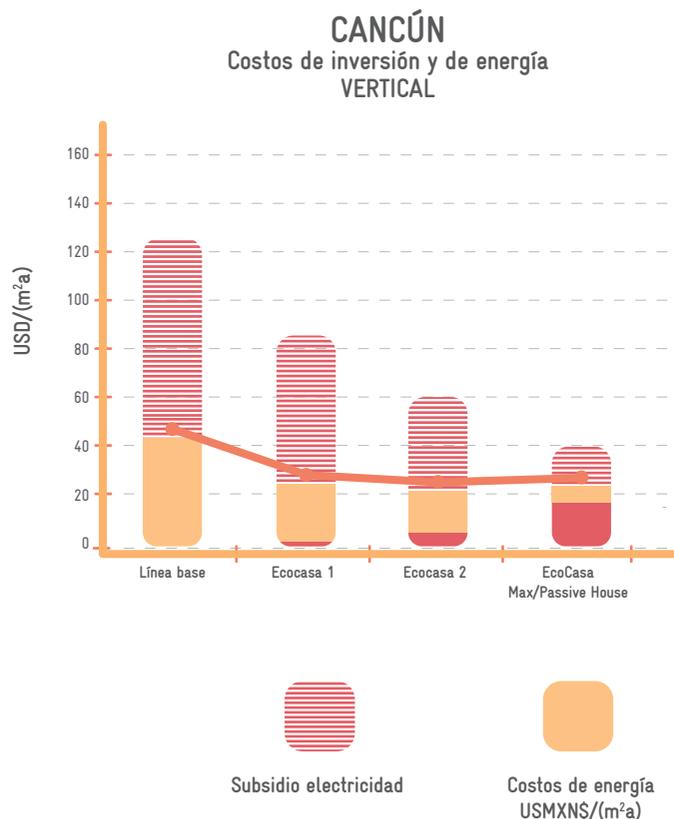


Figura 22a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Cancún.

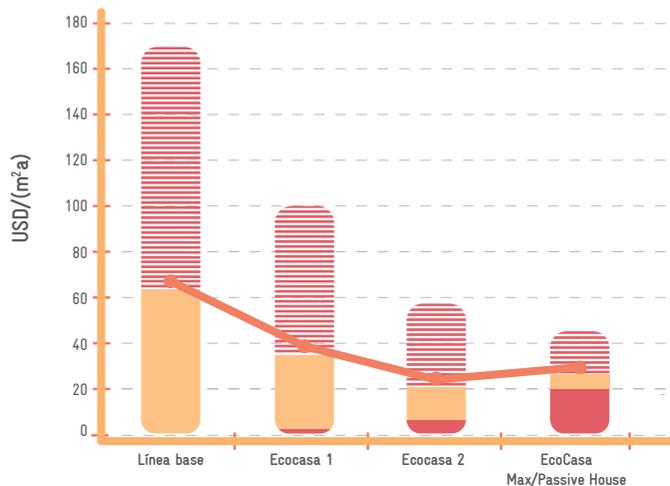
Fuente: Passive House Institute

Figura 22b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Vertical, comparados, desde la línea base hasta la Casa Pasiva en Cancún.

Fuente: Passive House Institute

### CANCÚN

Costos de inversión y de energía  
ADOSADA



  
Subsidio electricidad

  
Costos de energía  
USMXN\$/(m²a)

  
Costos Capitales  
USMXN\$/(m²a)

  
Costos de ciclo de vida  
totales individuales

Figura 23a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Passiva en Cancún.  
Fuente: Passive House Institute

### CANCÚN

Costos de inversión a futuro y costos de energía  
ADOSADA

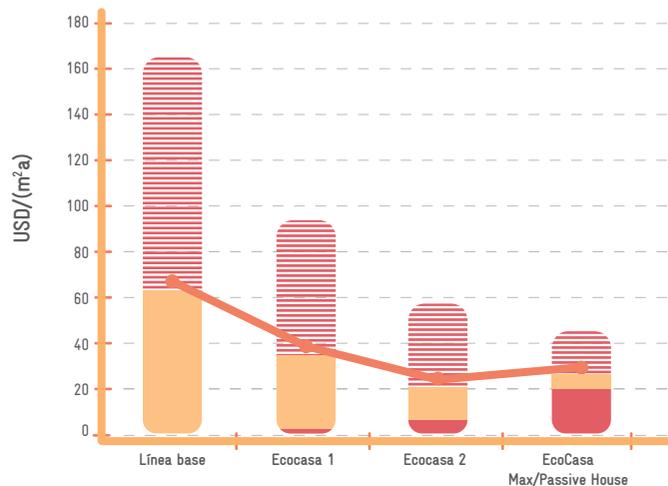
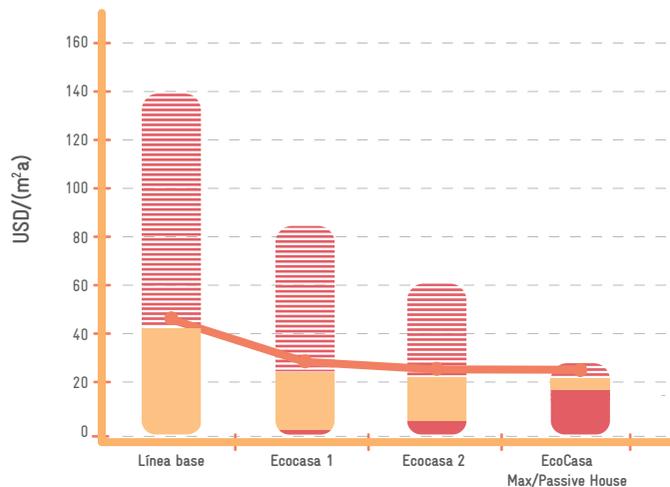


Figura 23b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Adosada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Passiva en Cancún.  
Fuente: Passive House Institute

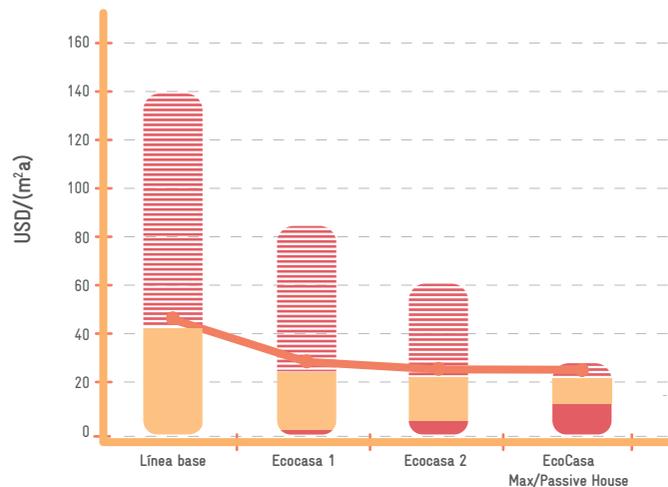
**CANCÚN**  
Costos de inversión y de energía  
AISLADA



  
Subsidio electricidad

  
Costos de energía  
USMXN\$/(m²a)

**CANCÚN**  
Costos de inversión a futuro y costos de energía  
AISLADA



  
Costos Capitales  
USMXN\$/(m²a)

  
Costos de ciclo de vida  
totales individuales

Figura 24a: Costos de inversión y de energía actuales para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Passiva en Cancún.

Fuente: Passive House Institute

Figura 24b: Costos de inversión y de energía a futuro para el tipo de construcción Aislada, comparados, desde la línea base hasta la Casa Passiva en Cancún.

Fuente: Passive House Institute

Las figuras 22a a la 24b, muestran el análisis de los costos actuales y futuros para los diferentes casos de eficiencia energética, basados en un lapso de vida de 30 años. Como ya se ha observado en otros sitios, especialmente en los más cálidos, el caso de la Casa Pasiva/EcoCasaMax, ya es la solución más costo-efectiva, durante un lapso de vida de 30 años, tomando en cuenta los precios de mercado actuales. Un aumento en los costos de inversión, que implicaría un aumento en la inversión inicial de medidas de eficiencia energética, permite una dramática reducción en los costos de energía. Además, al convertir a la edificación en menos dependiente de las fluctuaciones de los precios de la energía, Casa Pasiva también proporciona el mejor concepto en términos de los costos generales del ciclo de vida.

## 5.5 RESUMEN: LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, LA REDUCCIÓN DE CO<sub>2</sub> Y LOS COSTOS DEL CICLO DE VIDA PARA TODOS LOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN Y CLIMAS

La meta de la NAMA, en cuanto a la Vivienda Sustentable en México, es la de promover conceptos de construcción costo-efectivos y eficientes en cuanto a energía, a través del sector de vivienda, con un enfoque, en particular, sobre la vivienda para bajos ingresos, aplicado a través del 'enfoque global de la vivienda', que involucra la asignación y el monitoreo de los valores para la demanda de energía primaria total de una edificación, en vez de enfocarse en el desempeño de tecnologías, o soluciones, energía-eficientes individuales. Por consiguiente, el objetivo final es la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> que provengan de nuevas edificaciones residenciales. Las figuras 25a a 25c ilustran los diferentes niveles de eficiencia energética, así como sus correspondientes emisiones específicas para los tipos de construcción analizados en cuatro diferentes zonas climáticas de este estudio.



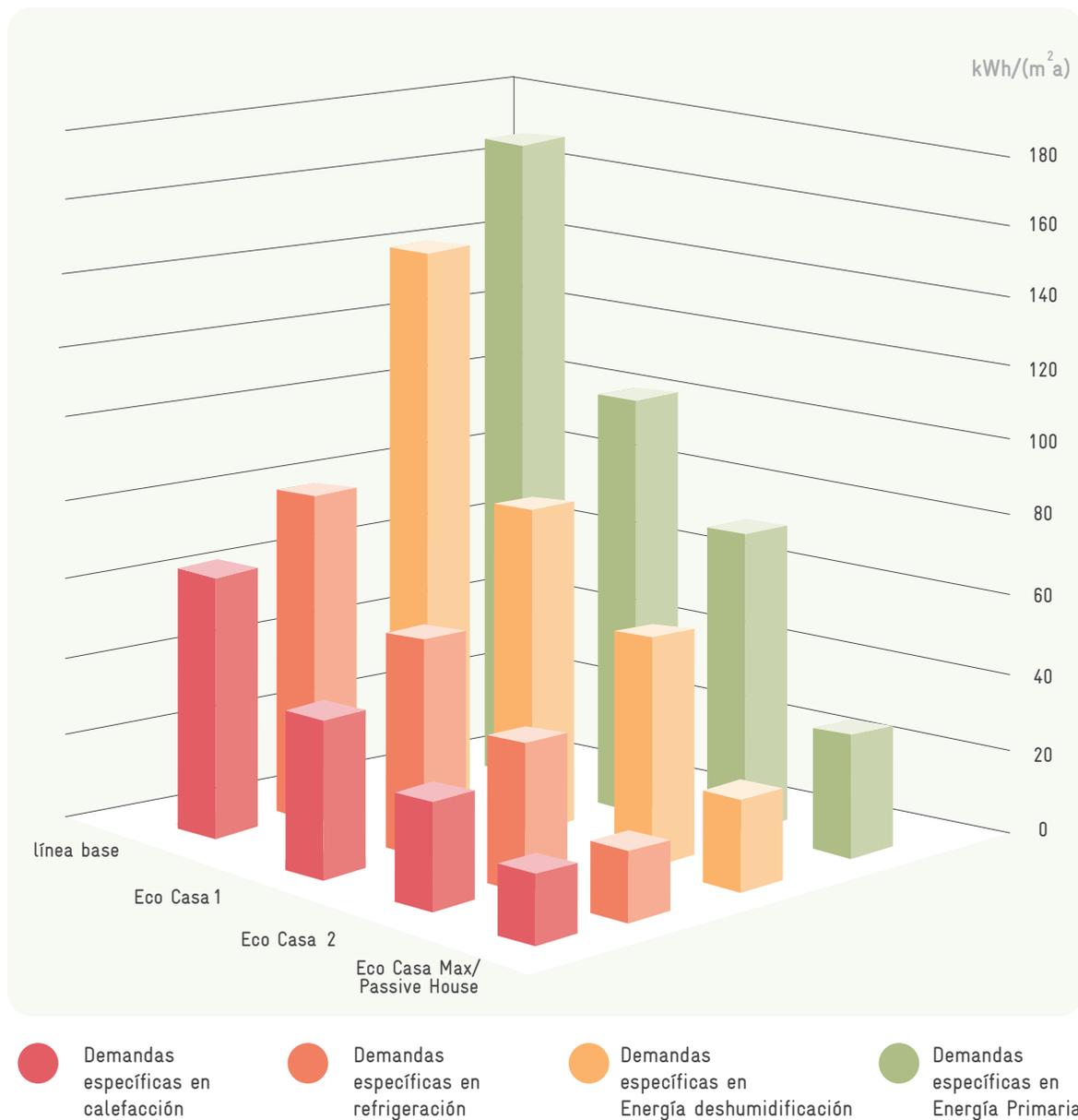


Figura 25a: Emisiones específicas de CO<sub>2</sub> para los diferentes niveles de eficiencia de NAMA en los diferentes sitios, tipo de construcción Vertical. Fuente: Passive House Institute.

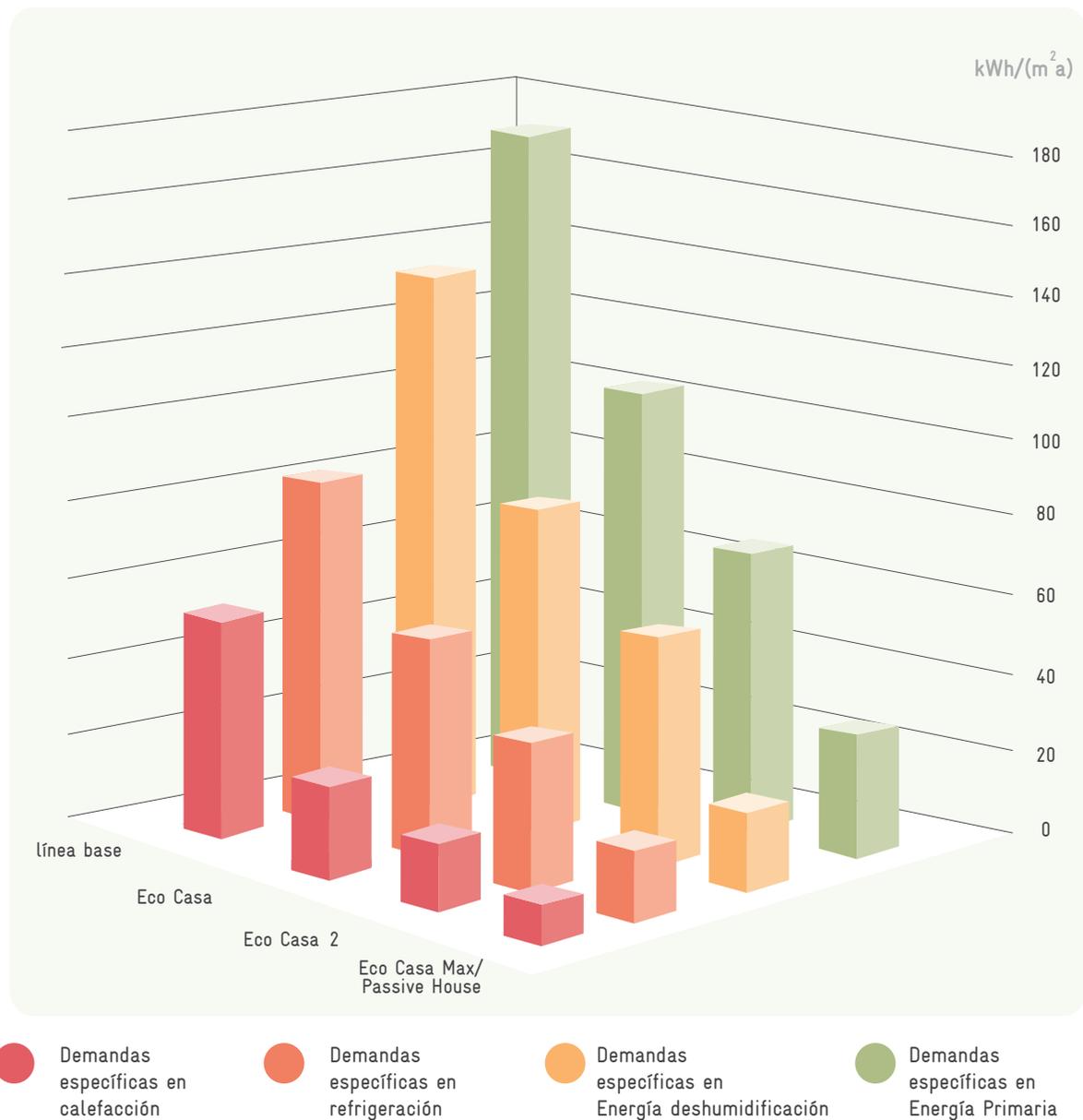


Figura 25b: Emisiones específicas de CO<sub>2</sub> para los diferentes niveles de eficiencia de NAMA en los diferentes sitios, tipo de construcción Adosada. Fuente: Passive House Institute.

170

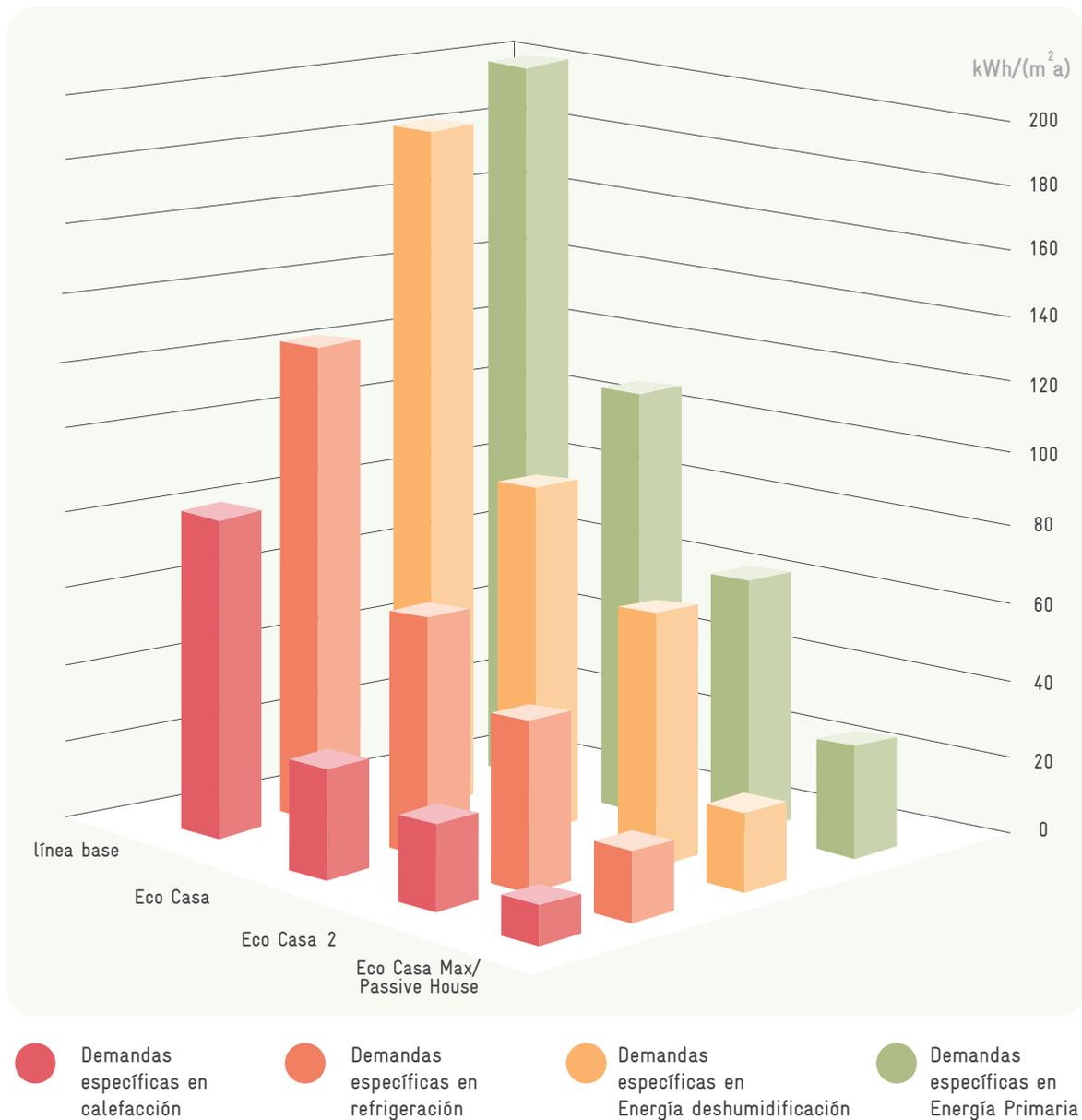


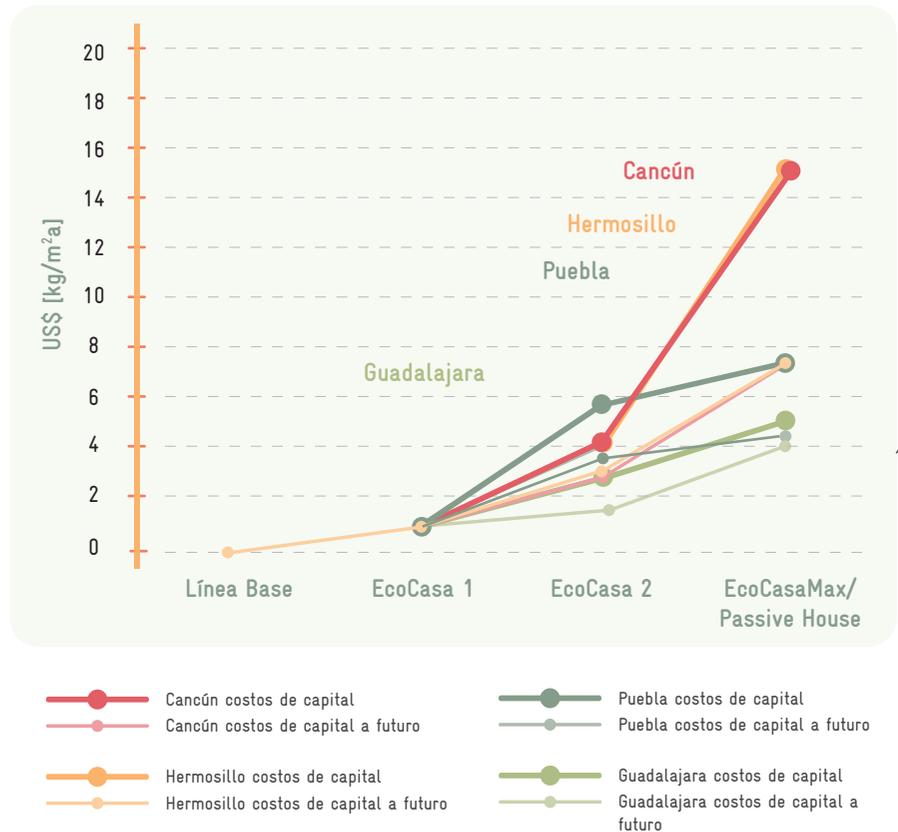
Figura 25c: Emisiones específicas de CO<sub>2</sub> para los diferentes niveles de eficiencia de NAMA en los diferentes sitios, tipo de construcción Aislada. Fuente: Passive House Institute.



Las siguientes gráficas proporcionan una comparación de los aspectos económicos de la NAMA. Las figuras 26a a 26c, comparan los costos de inversión adicionales, tanto para el costo actual como para el futuro, para todos los niveles de eficiencia energética de las construcciones analizadas. Como puede observarse, los costos de inversión adicional para el caso Casa Pasiva/EcoCasaMax, siempre son marcadamente más altos, especialmente en sitios cálidos. No obstante, los ahorros estimados en costos de energía (figuras 27a a 27c) y costos de ciclo de vida (figuras 28a a 28c) demuestran que una alta eficiencia energética en un proyecto de vivienda, a la larga, trae consigo mayores ahorros, haciendo que Casa Pasiva/EcoCasaMax, sea la mejor inversión desde el punto de vista económico. Los casos de EcoCasa 1 y EcoCasa 2 también establecen que, mayores costos de inversión en medidas de eficiencia energética, se traducen en menores costos de energía y de ciclo de vida.

## VERTICAL

### Costos de inversión adicionales.



171

Figura 26a: Costos estimados de inversión adicional, tanto actuales como a futuro, para todos los niveles de eficiencia energética, para el tipo de construcción Vertical.

Fuente: Passive House Institute.

## VERTICAL

### Costos de inversión adicionales.

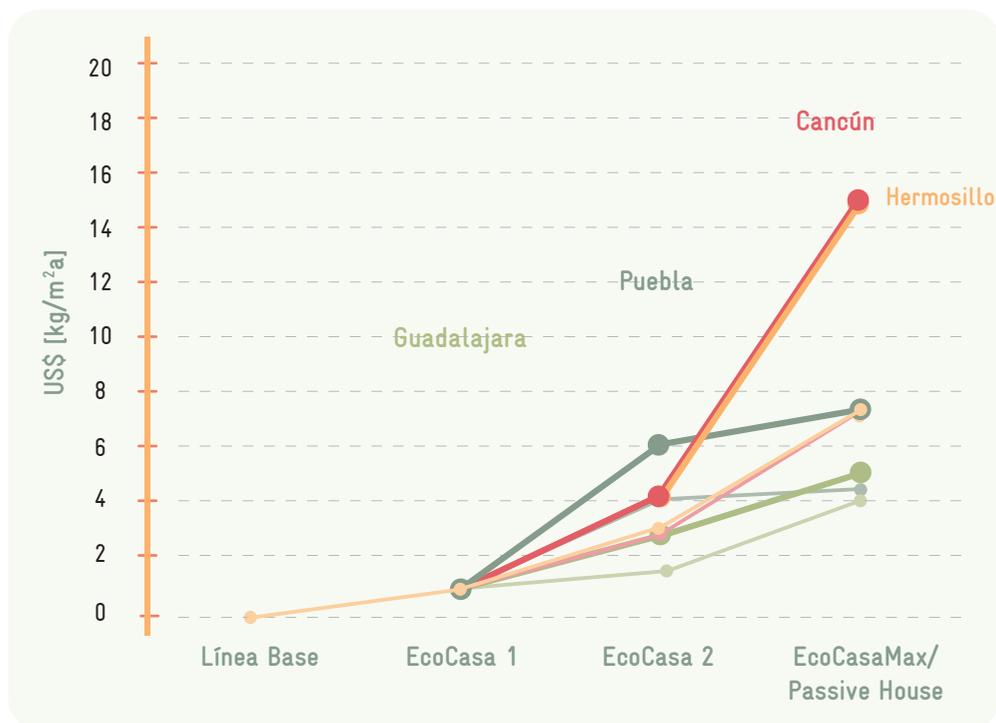


Figura 26b: Costos estimados de inversión adicional, tanto actuales como a futuro, para todos los niveles de eficiencia energética, para el tipo de construcción Adosada.

Fuente: Passive House Institute.

## ADOSADA

### Costos de inversión adicionales.

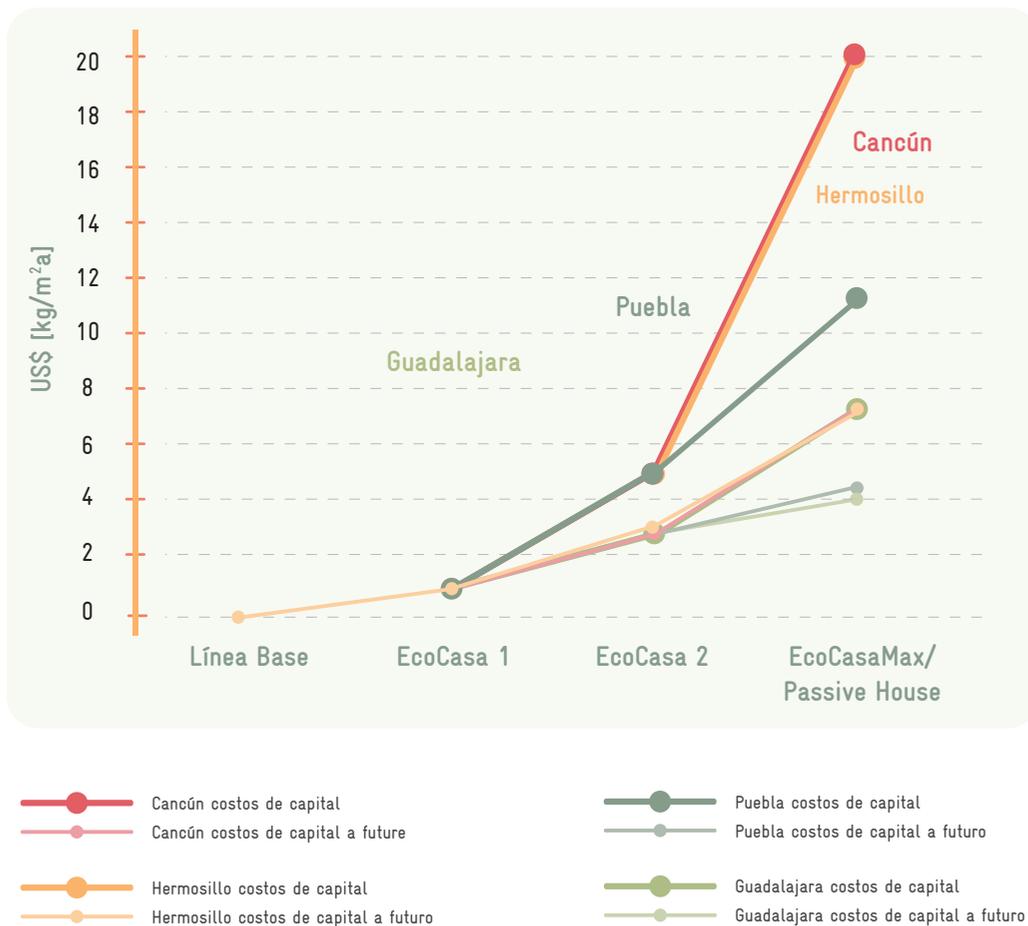


Figura 26c: Costos estimados de inversión adicional, tanto actuales como a futuro, para todos los niveles de eficiencia energética, para el tipo de construcción Aislada.

Fuente: Passive House Institute.

## VERTICAL Costos de energía.

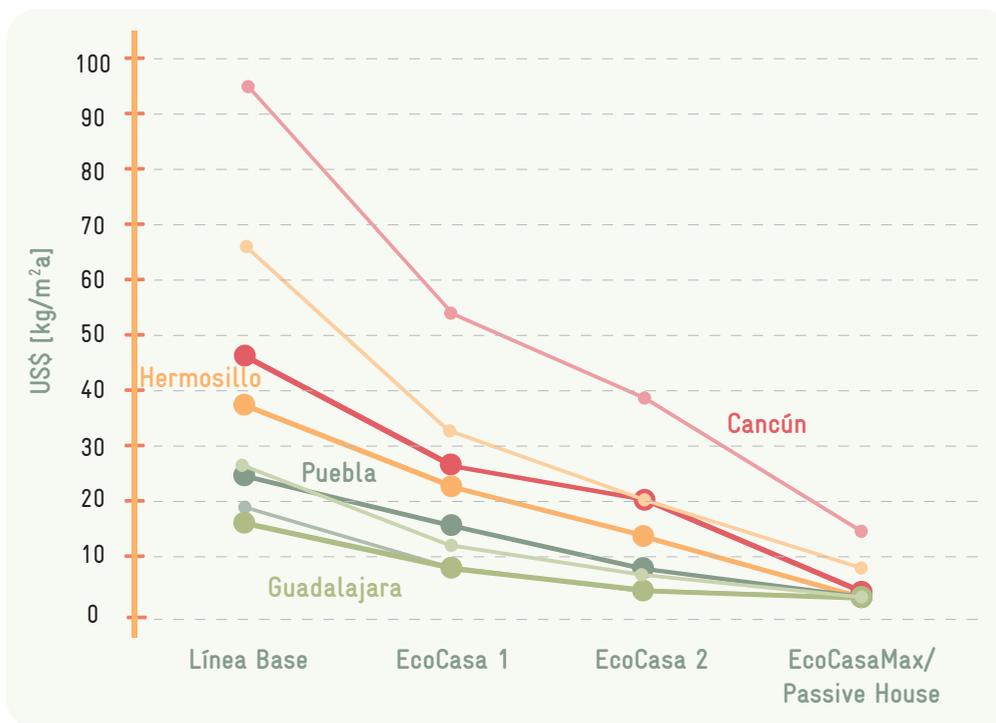


Figura 27a: Costos estimados de energía para todos los niveles de eficiencia energética para el tipo de construcción Vertical. Fuente: Passive House Institute

## ADOSADA Costos de energía.

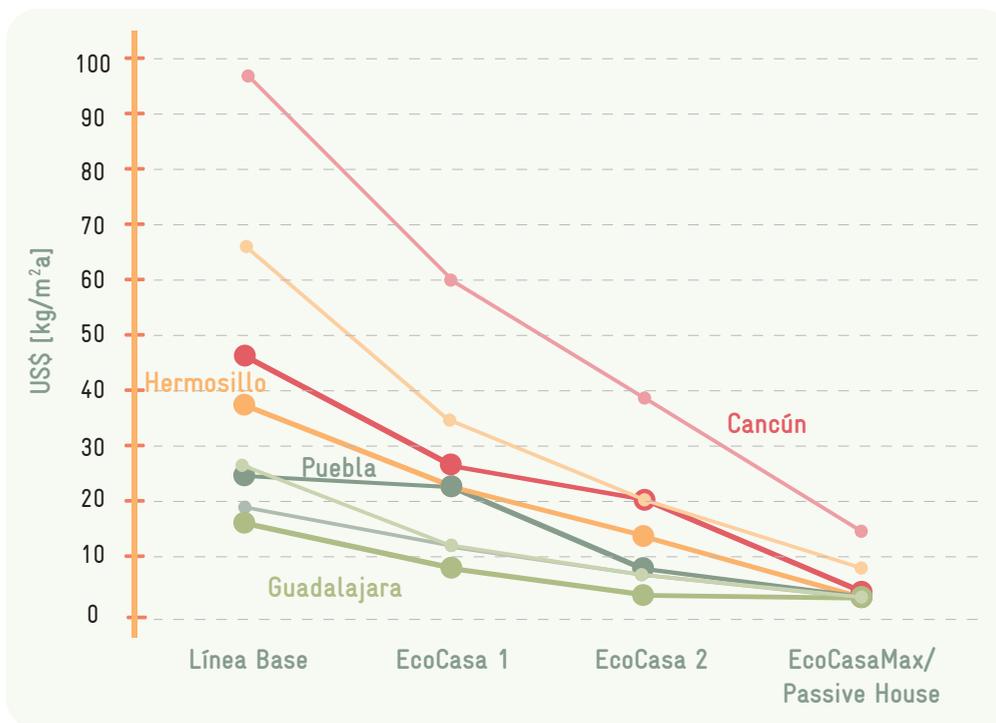


Figura 27b: Costos estimados de energía para todos los niveles de eficiencia energética, para el tipo de construcción Adosada. Fuente: Passive House Institute

## AISLADA Costos de energía.

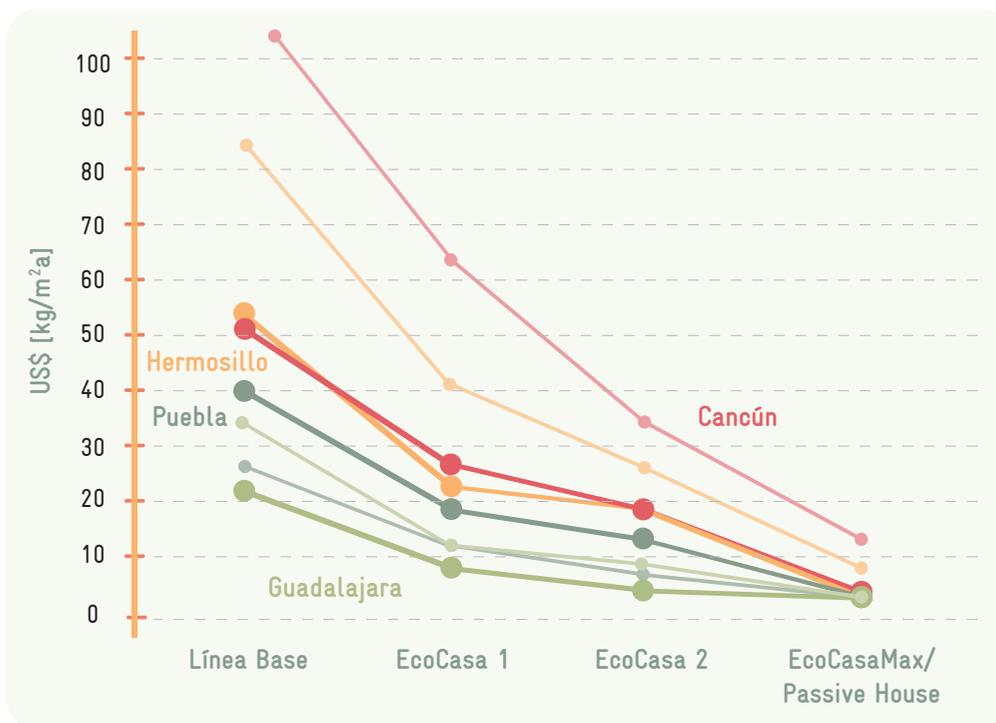


Figura 27c: Costos estimados de energía para todos los niveles de eficiencia energética para el tipo de construcción Aislada. Fuente: Passive House Institute

## VERTICAL Costos de ciclo de vida

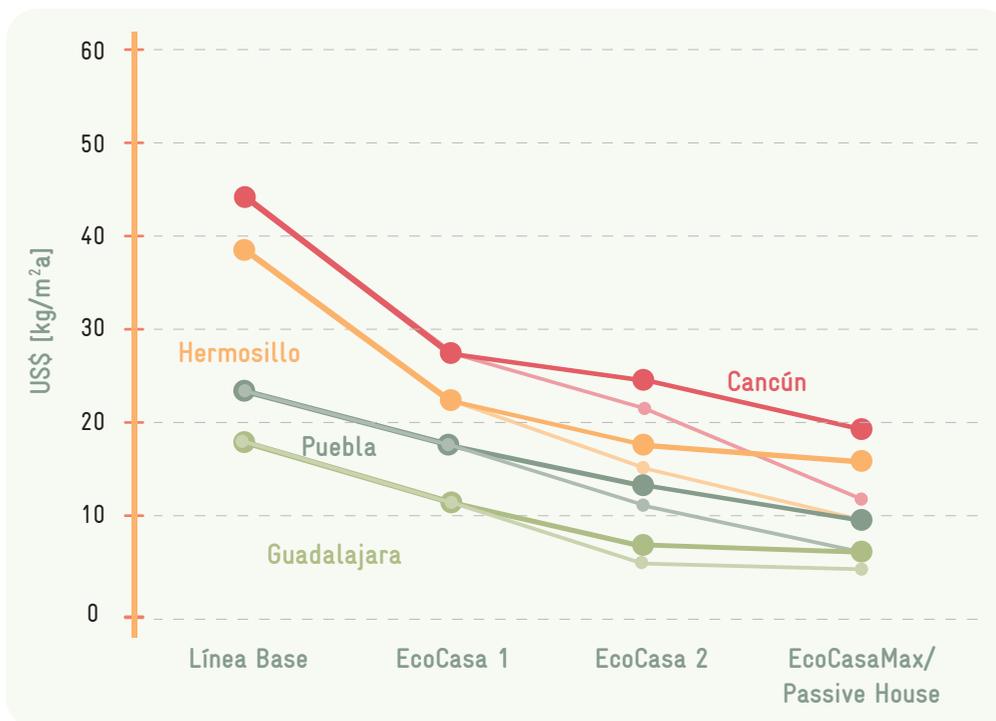
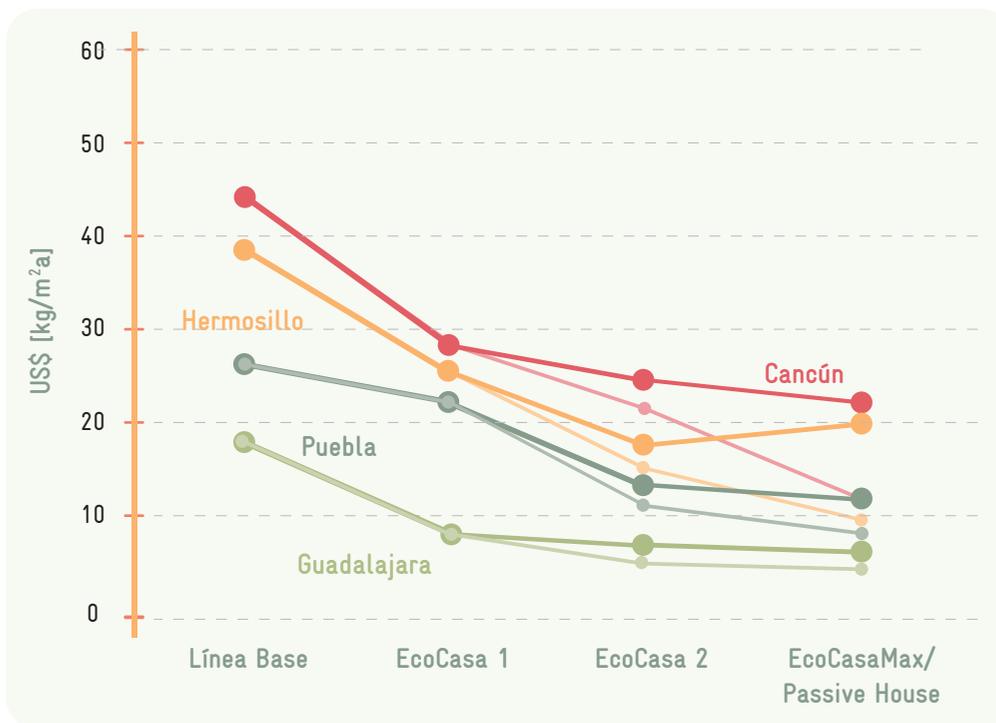


Figura 28a: Costos estimados de energía para todos los niveles de eficiencia energética para el tipo de construcción Vertical. Fuente: Passive House Institute

## ADOSADA Costos de ciclo de vida



178



Figura 28b: Costos estimados de ciclo de vida para todos los niveles de eficiencia energética para el tipo de construcción Adosada. Fuente: Passive House Institute

## AISLADA Costos de ciclo de vida

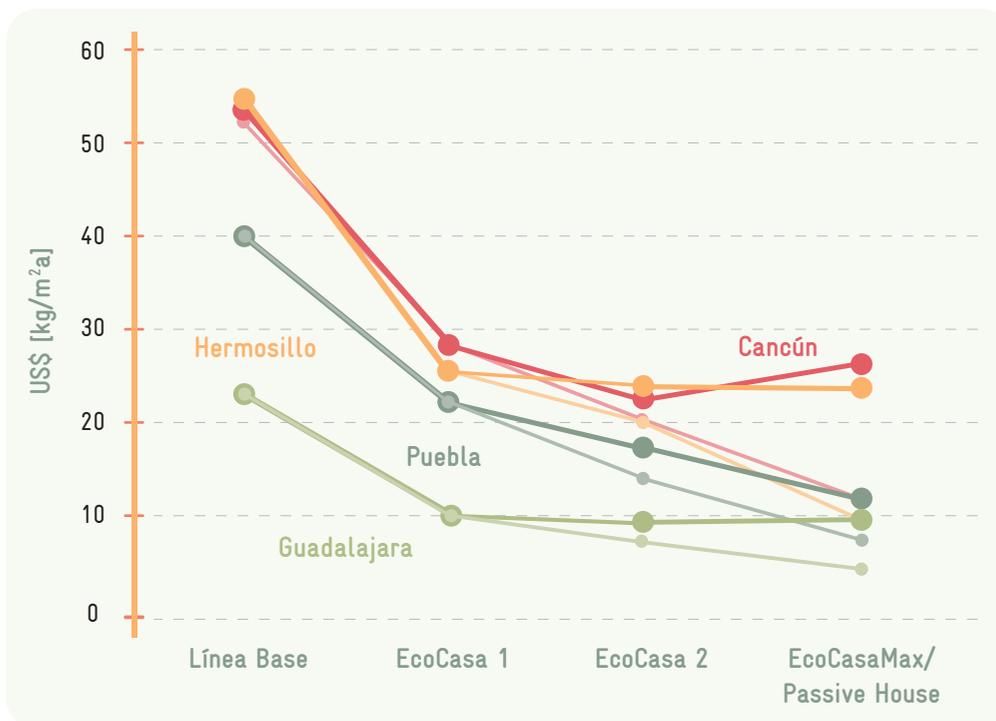


Figura 28c: Costos estimados de ciclo de vida para todos los niveles de eficiencia energética para el tipo de construcción Aislada. Fuente: Passive House Institute

## 5.6 COSTOS DE ABATIMIENTO DE CO<sub>2</sub>

La tabla 6, muestra los ahorros de CO<sub>2</sub>, para todos los tipos de construcción, por unidad.

AISLADA	Hermosillo	Cancún	Guadalajara	Puebla
Ahorros por unidad	t/a	t/a	t/a	t/a
Línea base	0.0	0.0	0.0	0.0
EcoCasa 1	0.5	0.7	0.9	-0.2
EcoCasa 2	1.6	2.5	1.3	0.6
Casa Pasiva/EcoCasaMax	3.2	3.9	1.5	1.4
ADOSADA	Hermosillo	Cancún	Guadalajara	Puebla
Ahorros por unidad	t/a	t/a	t/a	t/a
Línea base	0.0	0.0	0.0	0.0
EcoCasa 1	-0.1	0.7	0.7	-0.2
EcoCasa 2	1.5	2.1	1.1	1.0
Casa Pasiva/EcoCasaMax	2.5	3.8	1.3	1.5
VERTICAL	Hermosillo	Cancún	Guadalajara	Puebla
Ahorros por unidad	t/a	t/a	t/a	t/a
Línea base	0.0	0.0	0.0	0.0
EcoCasa 1	0.4	0.9	0.5	0.2
EcoCasa 2	1.7	2.1	0.9	1.0
Casa Pasiva/EcoCasaMax	2.9	4.0	1.3	1.6

Tabla 6: Panorama general de los ahorros anuales de CO<sub>2</sub>

## EMISIONES ESPECÍFICAS DE CO<sub>2</sub> EQU.

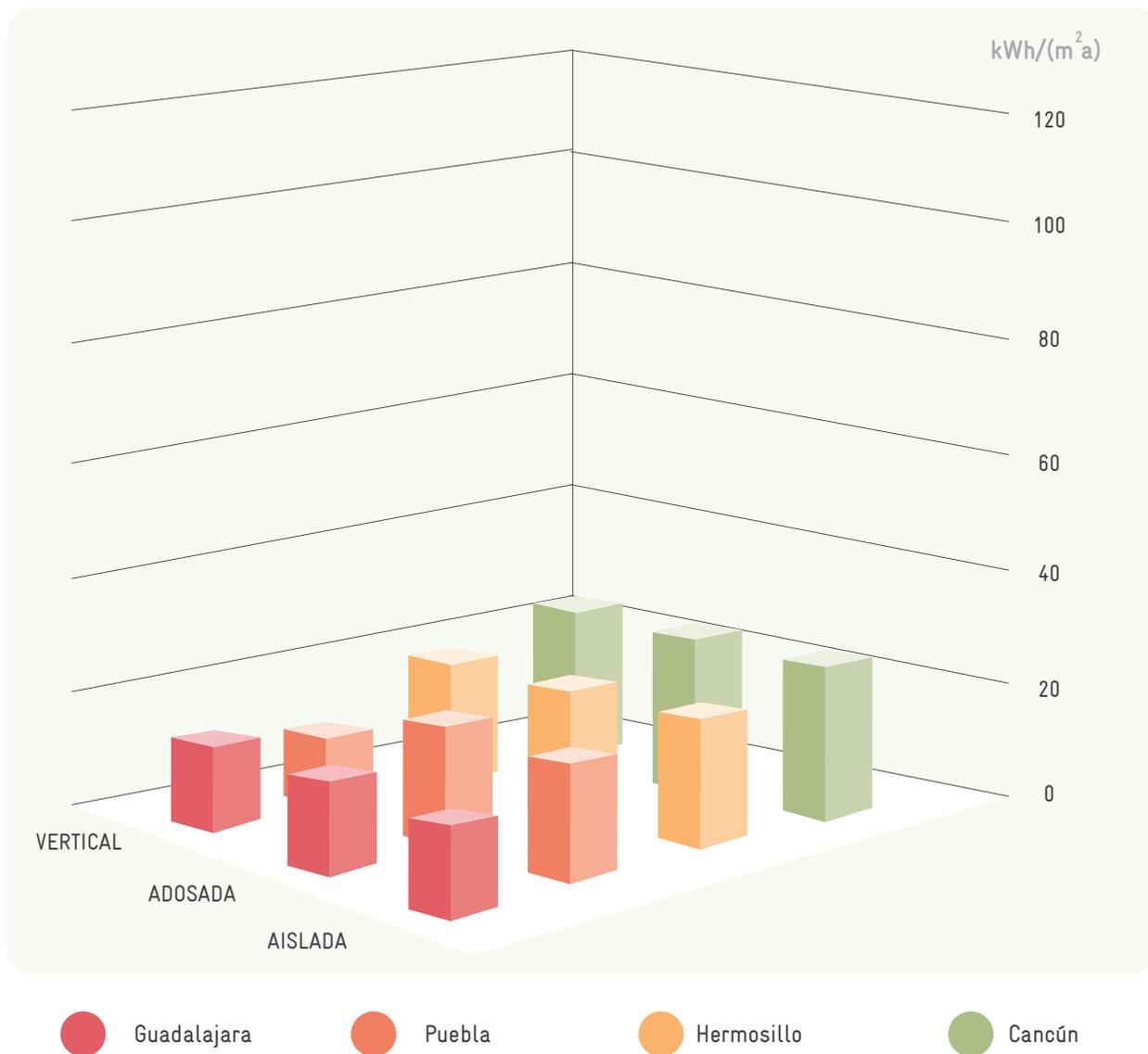
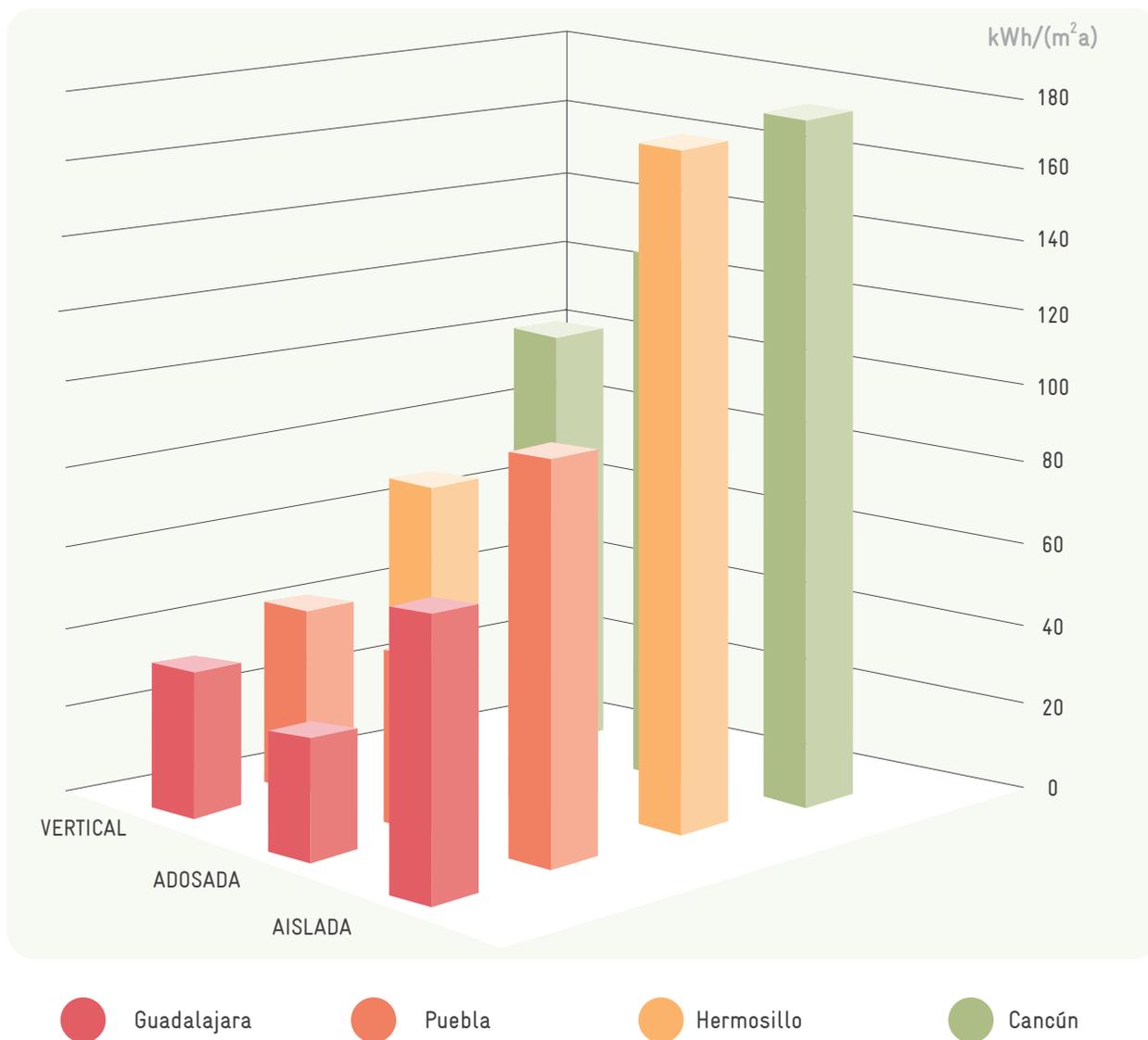


Figura 29a: Casa Pasiva/EcoCasaMax en diferentes zonas climáticas: Emisiones específicas de CO<sub>2</sub> vs. Línea base.  
Fuente: Passive House Institute

## REDUCCIONES ESPECÍFICAS DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EQU.

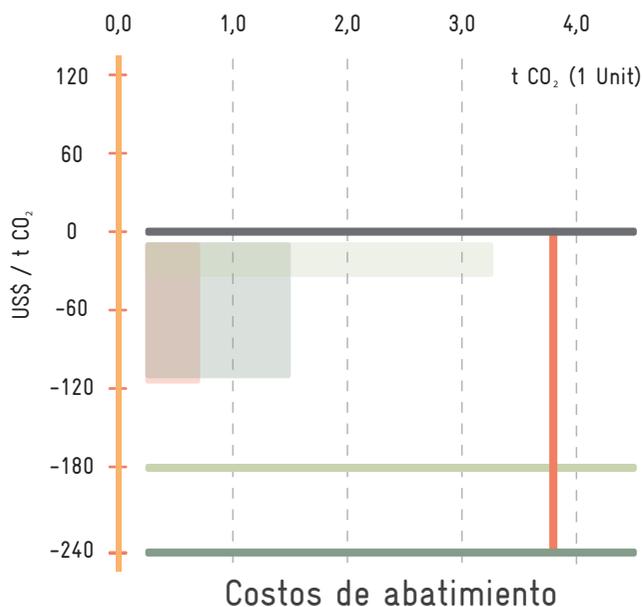


182

Figura 29b: Casa Pasiva/EcoCasaMax en diferentes zonas climáticas: ahorro de emisiones específicas de CO<sub>2</sub>.  
Fuente: Passive House Institute

Los costos de abatimiento de CO<sub>2</sub>, para construcciones individuales, se calcularon a partir de estos datos. Como ya se mostró anteriormente, normalmente los costos de ciclo de vida, en todos los casos, son más bajos que en la línea base. De aquí que, los costos de abatimiento sean negativos. Las figuras 30a a 31b, muestran ejemplos de 2 climas, con costos de inversión actuales y costos de inversión a futuro, después de la implementación de los diferentes casos de eficiencia energética en el mercado mexicano. El cálculo se basa en los costos individuales, sin considerar los subsidios a la energía.

## Hermosillo Aislada



Costos de abatimiento

Eco Casa 1



Eco Casa 2



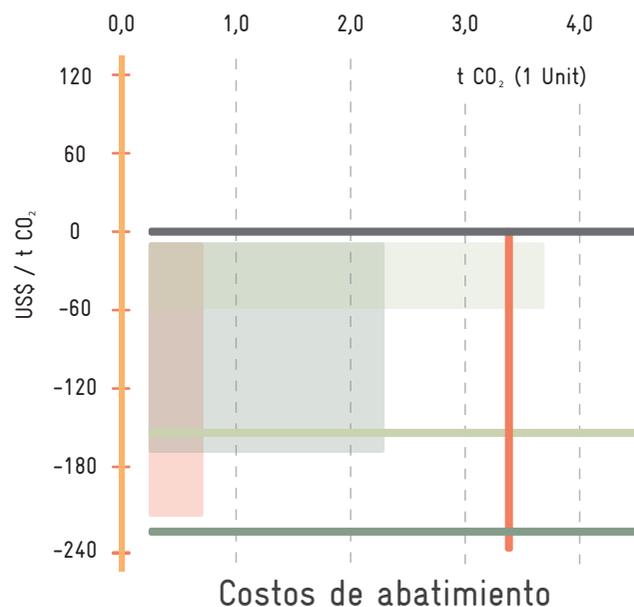
Casa Pasiva/  
EcoCasa



Figura 30a: Costos de abatimiento de CO<sub>2</sub> (únicamente costos individuales) en Hermosillo, vs. Línea base.

Fuente: Passive House Institute

## Cancún Aislada



Costos de abatimiento

Figura 30b: Costos de abatimiento de CO<sub>2</sub> (únicamente costos individuales) en Cancún, vs. Línea base.

Fuente: Passive House Institute

En las figuras 30a a 31b, sólo se muestra la perspectiva individual: en forma especial, no se consideran los subsidios a la energía.

## Hermosillo Aislada

Con costos de inversión a futuro

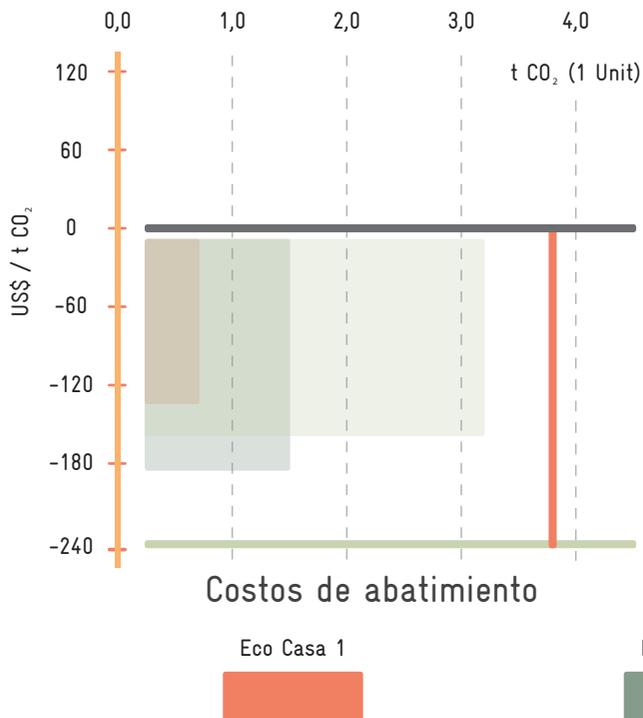


Figura 31a : Costos futuros de abatimiento de CO<sub>2</sub> en Hermosillo, vs. Línea base.

Fuente: Passive House Institute

## Cancún Aislada

Con costos de inversión a futuro

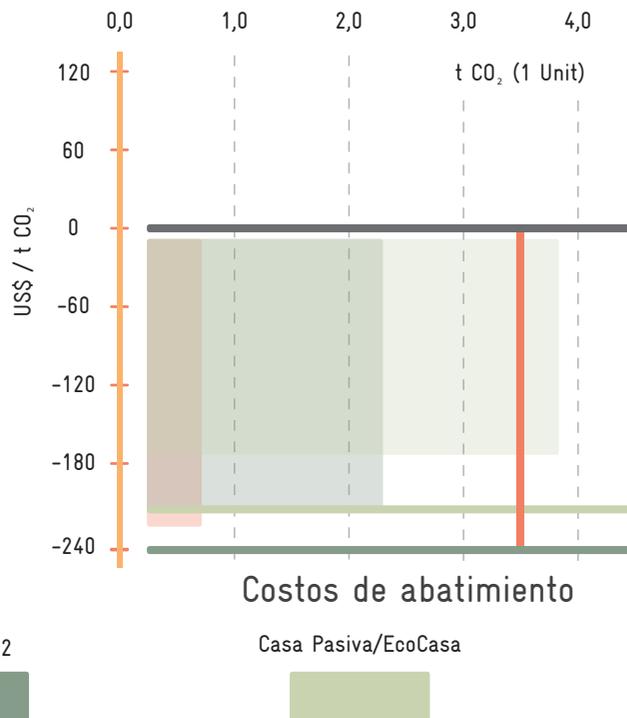


Figura 31b: Costos futuros de abatimiento de CO<sub>2</sub> en Cancún, vs. Línea base.

Fuente: Passive House Institute

## COSTOS DE ABATIMIENTO: PERSPECTIVA PÚBLICA

Desde el punto de vista del estado, los subsidios se pagan a sí mismos como una consecuencia de los subsidios de la energía ahorrada. Los supuestos para las siguientes figuras (32a y 32b) son: condiciones límites, al igual que antes, con un período de cálculo de 10 años. Se asume que el 50% de los costos de inversión adicional (precios actuales) es otorgado como un subsidio del estado. El ingreso del estado es el subsidio ahorrado. No se consideraron ni el retorno adicional ocasionado por los efectos sobre el mercado laboral, ni los gastos sociales ahorrados, ni los impuestos sobre la renta ahorrados, ya que no había disponibilidad de datos.

## Hermosillo Aislada

Perspectiva pública: 50% de los fondos de costos adicionales, subsidios electricidad período de cálculo 10 años

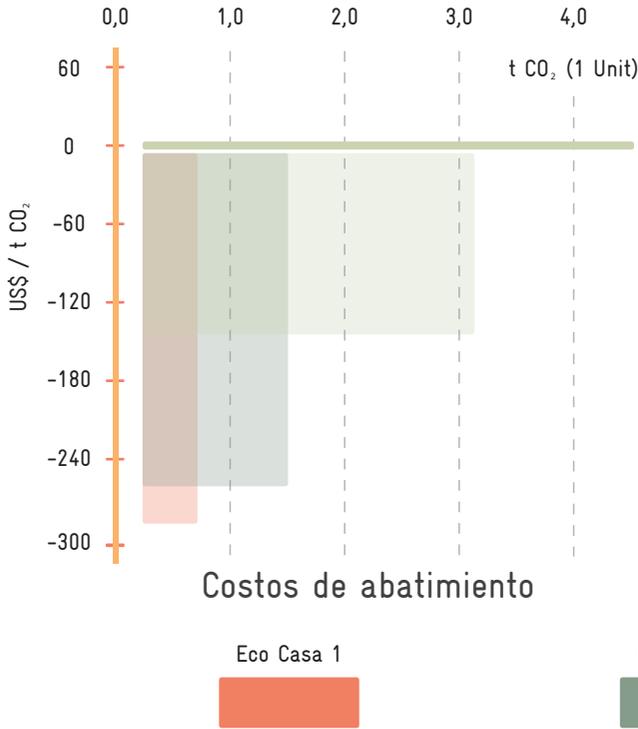


Figura 32a Costos de abatimiento de CO<sub>2</sub> (perspectiva pública) en Hermosillo, vs. Línea base.  
 Fuente: Passive House Institute

## Cancún Aislada

Perspectiva pública: 50% de los fondos de costos adicionales, subsidios electricidad período de cálculo 10 años

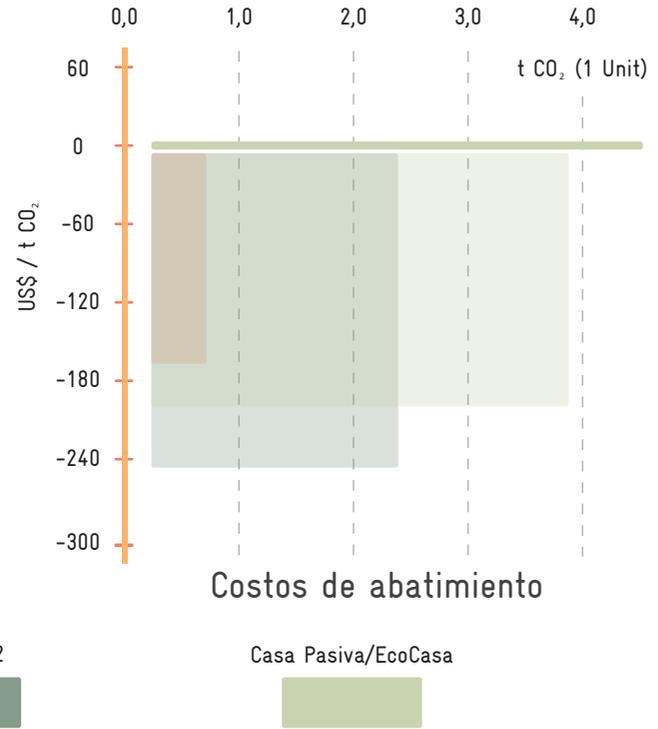


Figura 32b: Costos de abatimiento de CO<sub>2</sub> (perspectiva pública) en Cancún, vs. Línea base.  
 Fuente: Passive House Institute

En general, los costos de abatimiento para la implementación del escenario del tipo de construcción Vertical, son más favorable que los de los otros dos tipos de construcción, siendo el de la construcción Aislada, el menos favorable.



The image features a detailed architectural drawing of a building's floor plan. A prominent 3D cutaway view of a central section of the building is shown, revealing internal rooms, corridors, and structural elements. The drawing is overlaid on a background of a more complex floor plan with various rooms, corridors, and structural lines. The overall style is technical and professional, typical of architectural blueprints.

## 6 Consideraciones arquitectónicas y urbanas adicionales

187

El objetivo de la optimización energética de los proyectos de vivienda en México, no sólo requiere de un análisis del balance energético de los tipos de construcción típicos, sino también de un análisis ulterior de las consideraciones de diseño urbanas y arquitectónicas. Una perspectiva holística, donde se combine la eficiencia energética de las construcciones, con las consideraciones de planificación urbana, conlleva a una situación de ganar-ganar, en términos de reducciones de costo y ahorros de CO<sub>2</sub>. Los siguientes aspectos arquitectónicos y urbanos son altamente recomendados para poder optimizar, aún más, los resultados de la NAMA.

## 6.1 OPTIMIZACIÓN DE LOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

Para las viviendas de la NAMA (aproximadamente 40 m<sup>2</sup> por unidad), se analizaron la casa tipo "Aislada" (unidad de vivienda aislada), la "Adosada" (unidad de viviendas en fila), junto con la "Vertical" (vivienda de pisos múltiples, consistiendo de seis pisos, cada uno de ellos con dos departamentos de 40 m<sup>2</sup>). Los resultados muestran que la mejora de la eficiencia energética de unidades unifamiliares, tales como los actuales diseños para la Aislada y la Adosada, requiere de niveles muy altos de aislamiento (30 cm más en climas extremadamente altos como el de Hermosillo y Cancún), para compensar cargas solares excesivas a través de las ventanas y el diseño significativamente menos compacto.

El diseño de construcción compacta es una medida clave que puede expresarse en la relación área-volumen (A/V): la relación A/V de las construcciones actuales Aislada y Adosada es de 0.9-1.2, cuando las construcciones Verticales son, aproximadamente, tres veces más compactas, con una relación A/V de 0.3. Esto explica el por qué la unidad de construcción Vertical logra el mismo rendimiento de alta energía, con un marcado menor aislamiento que el de los tipos de construcción Aislada y Adosada.

De aquí que se pueda concluir que un diseño de construcción compacta prueba ser un factor altamente significativo en términos del desempeño energético de la edificación y que debe optimizarse primero, antes de aplicar medidas de eficiencia energéticas, tales como el aislamiento. Si se combina una relación A/V favorable con una orientación y tamaño de las ventanas optimizados, se pueden lograr, más fácilmente, beneficios, tanto financieros como energéticos. Además, un menor aislamiento también significa ahorros de energía en términos de la producción de los materiales y de su instalación. Con la mira de tomar ventaja de los potenciales de la optimización de la eficiencia energética en el mercado mexicano, debería analizarse el diseño de tipos de construcción de unidades en "L", así como de dos y cuatro pisos.



## 6.2 CONSIDERACIONES DE PLANIFICACIÓN URBANA

Los siguientes dos puntos representan las consideraciones de desarrollo urbano y de diseño arquitectónico que tienen un impacto directo en la eficiencia energética de una construcción.

### a) Reducciones de emisiones y una alta calidad de vida en asentamientos compactos

Las unidades de vivienda Vertical no sólo prueban ser más eficientes en términos del rendimiento de la construcción misma, sino que también permiten asentamientos urbanos cerca del centro de las ciudades, evitando así la expansión de la mancha urbana. Esto se deriva del supuesto de que, una construcción compacta de pisos múltiples, utiliza menos terreno para proporcionar vivienda a un mayor número de familias, mientras que un asentamiento con unidades habitacionales aisladas o adosadas ocupan más terreno. La expansión de la mancha urbana tiene muchos impactos negativos, tales como la pérdida y/o degradación de las áreas verdes, así como mayores emisiones de gases de efecto invernadero debido a las mayores necesidades de transporte de los habitantes.

Además, se aumenta la eficiencia de la infraestructura, tal como la del servicio postal, las ambulancias, la policía, el manejo de residuos y las conexiones al agua, la electricidad, suministro de energía y caminos, ya que se puede proporcionar dicha infraestructura más fácil y rápidamente a menores costos para el gobierno. Todo esto tiene un impacto directo en la mejora de la calidad de vida de los habitantes, reduciendo la necesidad de transporte individual. Estos efectos, consecuentemente reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que el acceso y el uso de transporte alternativo, como caminar y el uso de bicicletas, es más viable.



## b) Reducción del sellado de los suelos por medio de asentamientos compactos

Si se tienen que construir caminos asfaltados para proporcionar acceso a cada una de las casas aisladas en un fraccionamiento y no se instalan techos verdes, la lluvia tiene menos posibilidades de filtrarse dentro del suelo. Esto, a su vez, puede tener un impacto negativo sobre el manto freático y aumentar el riesgo de daños por agua/inundaciones. Los asentamientos compactos evitan estos problemas, permitiendo mayores oportunidades para el desarrollo de áreas verdes. Dichas áreas pueden contribuir al secuestro de carbono, pudiendo también mejorar la calidad de vida proporcionando oportunidades recreativas. Es más, tanto la reducción de pérdida de tierras y/o su degradación, así como las menores demandas de bombeo de agua, se traducen, directamente, en ahorros de energía.

También existen claros beneficios para los asentamientos ubicados en áreas sujetas a inundaciones, mientras que las casas aisladas o adosadas tienen un mayor riesgo. Además, la planificación urbana compacta reduce el efecto de la isla de calor, lo cual también tiene un impacto en el desempeño energético, ya que aumenta la demanda de refrigeración de la construcción.

## 6.3 CONSIDERACIONES NORMATIVAS

Para poder determinar la viabilidad de compactación de los asentamientos urbanos, deben investigarse, aún más, las medidas de planificación urbana y la normatividad apropiada a aplicarse en México. Así mismo, se requiere de mayor investigación en cuanto a las relaciones entre la compacidad de la edificación, la densidad de vivienda, el sombreado potencial, los tipos de construcción y la eficiencia energética de las construcciones.

La validez de este estudio se refiere a los diseños de construcción típicos para los asentamientos de INFONAVIT. Sin embargo, la realidad del sector de construcción mexicano es mucho más amplia e incluye la construcción informal que muchas veces ignora la regulaciones urbanas y de construcción. Los ahorros de energía que se logran a través del concepto presentado en la NAMA sólo abordan una parte del sector de la vivienda en México. Es aconsejable que se lleve a cabo investigación ulterior, en paralelo con la NAMA, con el propósito de desarrollar planes para influenciar la eficiencia energética de las construcciones informales.





## 7 Conclusiones

191

La evaluación llevada a cabo para el documento de la NAMA proporciona varios escenarios de eficiencia energética que pueden dar soporte a la realización de proyectos de vivienda social eficientes, a corto, mediano y largo plazo en México. Adaptados a las condiciones de clima locales y a las prácticas de construcción, los resultados que aquí se presentan muestran que sí es posible lograr diferentes estándares de eficiencia, incluyendo el Estándar de la Casa Pasiva, con la ayuda de PHPP como una herramienta de cálculo en una variedad de climas mexicanos.

No obstante, todos los tipos de construcción de este estudio fueron tomados tal y como estaban en el proyecto original, sin cambio alguno en cuanto a su diseño más que la aplicación de medidas de energía (aislamiento, hermeticidad al aire, valores-U mejorados para las ventanas y puertas, la adición de un sistema de ventilación etc.). Esto se realizó con el fin de simplificar la comparación de los diferentes niveles

de eficiencia energética. Para acompañar la implementación de la NAMA, sería altamente recomendable contar con un diseño urbano, así como un diseño de construcción, adaptados a las condiciones climáticas. No se efectuaron cambios ni a la orientación, ni al tamaño de las ventanas y no se utilizó sombreado adicional vía toldos en el techo, o doseles. Esto dio como resultado altos niveles de aislamiento para compensar los actuales diseños de construcción. La optimización de los diseños de edificación dará, como resultado, reducciones de costo, simplificando, al mismo tiempo, las medidas necesarias para lograr estándares de una más alta eficiencia.

También debería notarse que, para el análisis económico de este estudio, sólo se tomaron en cuenta los costos de energía individuales, a pesar de los bajos niveles de los precios de energía, consecuencia de los altos subsidios. Casa Pasiva es el estándar de costo óptimo con respecto a los costos de ciclo de vida. Así mismo y desde el punto de vista macro-económico, Casa Pasiva reduce los costos de los subsidios de energía. Los incentivos para Casa Pasiva se pagan fácilmente a sí mismos, gracias a los subsidios que se ahorran.

Otro hallazgo importante del análisis de costos es que los costos de abatimiento del CO<sub>2</sub>, casi siempre son negativos. Esto significa que, los costos de inversión adicionales para mejorar la construcción de línea base, para alcanzar los diferentes casos de eficiencia energética (EcoCasa 1, EcoCasa 2, Casa Pasiva/EcoCasaMax), son más bajos que el costo de las emisiones de CO<sub>2</sub> en sí mismas. De hecho, el caso de la Casa Pasiva/EcoCasaMax, presenta las mayores reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>, con costos de abatimiento negativos. Esto fue de una relevancia particular para las metas de la NAMA, que están directamente relacionadas con las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>.

En cuanto a las medidas directas, enlistadas en la NAMA, en la primera etapa se espera que la construcción de los proyectos guía de Casa Pasiva, ayuden a analizar la aplicación de las mejores prácticas de eficiencia energética en edificaciones; los casos intermedios, EcoCasa 1 y EcoCasa 2 pueden implementarse para fijar metas mínimas de energía, mejorar el balance de CO<sub>2</sub> y pavimentar el camino para la introducción en el mercado de componentes altamente eficientes así como el Estándar de Casa Pasiva.

## 8 FUENTES DE INFORMACIÓN

- [CAMPOS 2011] Campos, Liliana Optimización de la Eficiencia Energética en Viviendas de Interés Social GIZ-INFONAVIT 2011
- [CONAVI 2008] CONAVI Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables. CONAVI 1ª Edición México, D.F. 2008 P.21
- [CONAVI, SEMARNAT 2011] CONAVI, SEMARNAT. NAMA for Sustainable Housing in Mexico – Mitigation Actions and Financing Packages. Mexico City 2011 (NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes de Financiamiento, Ciudad de México 2011)
- [ENERDATA ET AL. 2011] Enerdata and the Economist Intelligence Unit Trends in global energy efficiency. Country reports. Mexico. January 2011/2012 (Enerdata y la Unidad de Inteligencia Economista. Tendencias dentro de la eficiencia energética global. Reportes por país, México. Enero 2011/2012)
- [FEIST 2011] Feist, W. (ed.): Proceedings of the 15th International Passive House Conference in Innsbruck/Austria 2011. University of Innsbruck/Passive House Institute, Darmstadt/Innsbruck 2011 ((Feist, W. (ed.): Memorias de la 15ava Conferencia Internacional sobre Casa Pasiva en Innsbruck/Austria 2011. Universidad de Innsbruck/Passive House Institute Darmstadt/Innsbruck 2011)
- [INFONAVIT 2011A] INFONAVIT Evaluación y Mediciones del Impacto de las Ecotecnologías en la Vivienda. INFONAVIT México, D.F. 2011 (p.36)
- [INFONAVIT 2011B] Infonavit Manual Explicativo de la Hipoteca Verde. INFONAVIT Julio 2011 P.12
- [LUZ Y FUERZA, N.D.] Luz y fuerza Valores promedio de consumo en electrodomésticos (n.d.)
- [NOM 020] Secretaría de Energía: Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011 Eficiencia energética en edificaciones. – Envolvente de edificios para uso habitacional. Diario Oficial México 2011
- [PHPP] The Passive House Planning Package, Version 2007, Version 6.1. (2012) Passive House Institute, Darmstadt /Germany, 1998 – 2012 (El Paquete de Planificación Passivhaus, Versión 2007, Versión 6.1 (2012) Passive House Institute, Darmstadt/Alemania, 1998-2012)
- [Schnieders et al. 2012] Schnieders, Feist, Schulz, Rongen, Wirtz, et al., Passive House for different climate zones, Passive House Institute, Darmstadt, Germany, 2012 (Schnieders, Feist, Schulz, Rongen, Wirts et al. Casa Pasiva para diferentes zonas climáticas, Passive House Institute, Darmstadt, Alemania, 2012)
- [SENER 2011] SENER Indicadores de Eficiencia Energética SENER México, D.F. 2011 p.95

## ANEXO 1: TABLA DE RESULTADOS DETALLADOS

VERTICAL Occupation: 2 persons/unit**		13,3 \$MXP / \$US						
Multistory building. 6 floors, 2 apartments per floor. 489,96 TFA		EXTREME HOT DRY				TEMPERATE		
Climate Data		Vertical Baseline Hermosillo	Vertical Ecocasa 1 Hermosillo	Vertical Ecocasa 2 Hermosillo	Vertical Passive House Hermosillo	Vertical Baseline Guadajajara	Vertical Ecocasa 1 Guadajajara	Vertical Ecocasa 2 Guadajajara
Specific Space Heating Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	43	41	12	1	17	11	2
Specific Useful Cooling Energy Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	291	188	105	15	73	43	25
Specific Dehumidification Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	70	36	13	0	4	1	1
Cooling load	W/m <sup>2</sup>	131	99	54	15	16	8	6
Specific Primary Energy Demand (Indoor temp. 20°C–25°C)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	606	339	190	62	266	141	94
Specific Emissions CO <sub>2</sub> -Equivalent (Indoor temp. 20°C–25°C)	kg(m <sup>2</sup> a)	134	76	43	14	60	32	21
Additional Investment costs (entire building)	\$ US	\$ -	\$ 12,126	\$ 45,605	\$ 144,088	\$ -	\$ 12,126	\$ 23,531
Future additional Investment costs (entire building)	\$ US	\$ -	\$ 11,862	\$ 25,344	\$ 71,416	\$ -	\$ 11,862	\$ 17,823
Additional costs per dwelling unit (current costs)	\$ US	\$ -	\$ 1,011	\$ 3,800	\$ 12,007	\$ -	\$ 1,011	\$ 1,961
Additional costs per dwelling unit (future costs)	\$ US	\$ -	\$ 988	\$ 2,112	\$ 5,951	\$ -	\$ 988	\$ 1,485
Life Cycle Costs (energy&additional capital costs)	\$ US(m <sup>2</sup> a)	\$ 38	\$ 23	\$ 17	\$ 17	\$ 18	\$ 11	\$ 9
Life Cycle Costs (Basis future investment costs)	\$ US(m <sup>2</sup> a)	\$ 38	\$ 23	\$ 15	\$ 10	\$ 18	\$ 11	\$ 8
Wall/Roof insulation	mm	0 / 0	0 / 0	25 / 25	100 / 50	0 / 0	0 / 0	25 / 25
Floor slab insulation	mm	0	0	25	75	0	0	0
Exterior surface absorption coefficient (exterior walls)	-	Colour paint	White paint	White paint	Cool Colours	Colour paint	Colour paint	Colour paint
WINDOWS								
Window frame: Uf-value	W/(m <sup>2</sup> k)	5.5	5.5	1.8	0.72	5.5	5.5	5.5
Window glazing: g-value	-	0,87	0,87	0,78	0,33	0,87	0,87	0,87
Window glazing: Ug-value	W/(m <sup>2</sup> k)	5,6	5,6	3	0,6	5,6	5,6	5,6
Window description		Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Triple glazing sun protection PVC insulated frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame

		TEMPERATE COLD					EXTREME HOT HUMID				
Vertical Passive House Guadalajara	Vertical Passive House Plus Guadalajara	Vertical Baseline Puebla	Vertical EcoCasa 1 Puebla	Vertical EcoCasa 2 Puebla	Vertical Passive House Puebla	Vertical Passive House Plus Puebla	Vertical Baseline Cancún	Vertical EcoCasa 1 Cancún	Vertical EcoCasa 2 Cancún	Vertical Passive House Cancún	
2	0	84	67	26	7	1	0	0	0	0	
18	4	33	16	5	3	1	359	224	141	38	
0	0	1	0	0	0	0	192	189	148	31	
4	0	0	0	0	0	0	62	43	24	7	
55	39	318	198	116	50	40	755	450	324	106	
12	9	74	47	27	11	9	165	98	71	23	
\$ 48,392	\$ 69,163	\$ -	\$ 12,126	\$ 45,234	\$ 70,084	\$ 102,678	\$ -	\$ 12,126	\$ 48,718	\$ 144,899	
\$ 31,832	\$ 37,114	\$ -	\$ 11,862	\$ 28,674	\$ 37,689	\$ 48,506	\$ -	\$ 11,862	\$ 26,841	\$ 71,686	
\$ 4,033	\$ 5,764	\$ -	\$ 1,011	\$ 3,769	\$ 5,840	\$ 8,556	\$ -	\$ 1,011	\$ 4,060	\$ 12,075	
\$ 2,653	\$ 3,093	\$ -	\$ 988	\$ 2,390	\$ 3,141	\$ 4,042	\$ -	\$ 988	\$ 2,237	\$ 5,974	
\$ 8	\$ 9	\$ 24	\$ 17	\$ 13	\$ 10	\$ 12	\$ 44	\$ 27	\$ 24	\$ 19	
\$ 6	\$ 6	\$ 24	\$ 17	\$ 12	\$ 7	\$ 7	\$ 44	\$ 27	\$ 22	\$ 13	
25 / 25	50 / 25	0 / 0	0 / 0	25 / 25	50 / 25	175 / 125	0 / 0	0 / 0	50 / 50	100 / 100	
0	0	0	0	0	25	125	0	0	50	100	
Colour Paint	White Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	White Paint	Colour Paint	White Paint	White Paint	Cool Colours	
5.5	1.8	5.5	5.5	5.5	1.8	0.72	5.5	5.5	1.8	0.72	
0,87	0,78	0,87	0,87	0,87	0,78	0,64	0,87	0,87	0,78	0,33	
5,6	3	5,6	5,6	5,6	1,05	0,6	5,6	5,6	3	0,6	
Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing sun protection pvc frame	Triple glazing sun protection PVC insulated frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Triple glazing sun protection PVC insulated frame	

VERTICAL Occupation: 2 persons/unit**		13,3 \$MXP / \$US						
Multistory building. 6 floors, 2 apartments per floor. 489,96 TFA		EXTREME HOT DRY				TEMPERATE		
Climate Data		Vertical Baseline Hermosillo	Vertical Ecocasa 1 Hermosillo	Vertical Ecocasa 2 Hermosillo	Vertical Passive House Hermosillo	Vertical Baseline Guadalajara	Vertical Ecocasa 1 Guadalajara	Vertical Ecocasa 2 Guadalajara
<b>VENTILATION</b>								
Heat recovery rate	%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	0%
Ventilation type - Pure Extract Air	-	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation type - Balanced PH Ventilation	-	0	0	0	x	0	0	0
<b>SHADING</b>								
Reduction factor z for temporary zoom protection	%	No additional shading	No additional shading	No additional shading	Additional moveable shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading
<b>ELECTRICITY &amp; AUX ELECTRICITY</b> v.e.								
Percentage of CFLs	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Household appliances (refrigerator, washing machine, microwave oven, consumer electronics and small appliances)		Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances
Miscellaneous Auxiliary Electricity (ceiling fan)		Ceiling fan				Ceiling fan		
<b>SUMMER VENTILATION &amp; COOLING UNITS</b>								
Corresponding air rate for night ventilation (source SummVer)	1/h	0.5	0.5	0.5	2	0.5	0.5	0.5
Humidity recovery	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Annual cooling COP		2.5	3.08	3.08	3.08	2.5	3.08	3.08
<b>DHW &amp; SOLAR DHW</b>								
Solar Collector Area	m <sup>2</sup>	0	10	10	Fully solar	0	10	10

		TEMPERATE COLD					EXTREME HOT HUMID			
Vertical Passive House Guadalajara	Vertical Passive House Plus Guadalajara	Vertical Baseline Puebla	Vertical Ecocasa 1 Puebla	Vertical Ecocasa 2 Puebla	Vertical Passive House Puebla	Vertical Passive House Plus Puebla	Vertical Baseline Cancún	Vertical Ecocasa 1 Cancún	Vertical Ecocasa 2 Cancún	Vertical Passive House Cancún
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%
x	x	0	0	x	x	x	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x
No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	Additional moveable shading
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances
		Ceiling fan					Ceiling fan			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	2	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	65%
3.08	0	2.50	3.08	3.08	0	0	2.5	3.08	3.08	3.08
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fully solar	Fully solar	0	10	10	Fully solar	Fully solar	0	10	10	Fully solar

\* This calculation is made with an indoor temperature assumption of between 18°C - 28°C only to calculate CO<sub>2</sub> emissions. The rest of the results use a comfort range between 20°C-25°C.

\*\* Although each dwelling unit is thought to be occupied by 4 persons, the value of 2 is taken as an average value, under the assumption that the dwelling unit will not be occupied to it's 100% percent capacity all the time, considering a life cycle of 30

ADOSADA Occupation: 2 persons / Unit **		13,3 \$MXP / \$US						
40.7m <sup>2</sup> row house		EXTREME HOT DRY				TEMPERATE		
Climate Data		Adosada Baseline Hermosillo	Adosada Ecocasa 1 Hermosillo	Adosada Ecocasa 2 Hermosillo	Adosada Passive House Hermosillo	Adosada Baseline Guadalajara	Adosada Ecocasa 1 Guadalajara	Adosada Ecocasa 2 Guadalajara
Specific Space Heating Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	38	53	23	2	10	17	7
Specific Useful Cooling Energy Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	304	207	106	15	60	18	7
Specific Dehumidification Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	47	28	9	0	1	0	0
Cooling load	W/m <sup>2</sup>	154	134	64	19	13	0	0
Specific Primary Energy Demand (Indoor temp. 20°C–25°C)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	590	353	181	66	236	111	70
Specific Emissions CO <sub>2</sub> -Equivalent (Indoor temp. 20°C–25°C)	kg(m <sup>2</sup> a)	131	79	41	15	53	25	16
Additional Investment costs (entire building)	\$ US	\$ -	\$ 1, 119	\$ 4, 279	\$ 13, 738	\$ -	\$ 1, 119	\$ 2, 391
Future additional Investment costs (entire building)	\$ US	\$ -	\$ 1, 075	\$ 2, 620	\$ 6, 685	\$ -	\$ 1, 075	\$ 1, 679
Additional costs per dwelling unit (current costs)	\$ US	\$ -	\$ 93	\$ 357	\$ 1, 145	\$ -	\$ 93	\$ 199
Additional costs per dwelling unit (future costs)	\$ US	\$ -	\$ 90	\$ 218	\$ 557	\$ -	\$ 90	\$ 140
Life Cycle Costs (energy&additional capital costs)	\$ US(m <sup>2</sup> a)	\$ 37	\$ 24	\$ 16	\$ 19	\$ 15	\$ 9	\$ 7
Life Cycle Costs (Basis future investment costs)	\$ US(m <sup>2</sup> a)	\$ 37	\$ 24	\$ 14	\$ 11	\$ 15	\$ 9	\$ 7
Wall/Roof insulation	mm	0 / 0	0 / 0	25 / 25	125 / 150	0 / 0	0 / 0	25 / 25
Floor slab insulation	mm	0	0	25	100	0	0	0
Exterior surface absorption coefficient (exterior walls)	-	Colour paint	White paint	White paint	Cool Colours	Colour paint	White paint	White paint
WINDOWS								
Window frame: Uf-value	W/(m <sup>2</sup> K)	5.5	5.5	1.8	0.72	5.5	5.5	5.5
Window glazing: g-value	-	0,87	0,87	0,78	0,3	0,87	0,87	0,87
Window glazing: Ug-value	W/(m <sup>2</sup> K)	5,6	5,6	3	0,6	5,6	5,6	5,6
Window description		Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Triple glazing sun protection PVC	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame

		TEMPERATE COLD					EXTREME HOT HUMID				
Adosada Passive House Guadalajara	Adosada Ecocasa 1 House Plus Guadalajara	Adosada Baseline Puebla	Adosada Ecocasa 1 Puebla	Adosada Ecocasa 2 Puebla	Adosada Passive House Puebla	Adosada Passive House Plus Puebla	Adosada Baseline Cancún	Adosada Ecocasa 1 Cancún	Adosada Ecocasa 2 Cancún	Adosada Passive House Cancún	
3	0	100	112	46	14	5	0	0	0	0	
13	3	30	16	2	1	0	377	254	133	37	
0	0	0	0	0	0	0	189	189	148	31	
3	0	0	0	0	0	7	74	59	28	10	
54	42	338	249	128	73	51	767	462	303	109	
12	9	79	59	30	17	11	168	101	66	24	
\$ 4,209	\$ 5,289	\$ -	\$ 1,119	\$ 5,765	\$ 6,675	\$ 12,345	\$ -	\$ 1,119	\$ 3,961	\$ 13,382	
\$ 2,761	\$ 3,138	\$ -	\$ 1,075	\$ 3,241	\$ 3,394	\$ 5,476	\$ -	\$ 1,075	\$ 2,302	\$ 6,462	
\$ 351	\$ 441	\$ -	\$ 93	\$ 480	\$ 556	\$ 1,029	\$ -	\$ 93	\$ 330	\$ 1,115	
\$ 230	\$ 261	\$ -	\$ 90	\$ 270	\$ 283	\$ 456	\$ -	\$ 90	\$ 192	\$ 539	
\$ 8	\$ 8	\$ 26	\$ 21	\$ 16	\$ 13	\$ 17	\$ 44	\$ 28	\$ 22	\$ 21	
\$ 6	\$ 6	\$ 26	\$ 21	\$ 14	\$ 9	\$ 9	\$ 44	\$ 28	\$ 20	\$ 13	
25 / 0	25 / 25	0 / 0	0 / 0	25 / 25	100 / 150	300 / 300	0 / 0	0 / 0	25 / 25	125 / 125	
0	0	0	0	25	25	225	0	0	25	125	
Colour Paint	White Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	White Paint	White Paint	Cool Colours	
5.5	5.5	5.5	5.5	1.8	1.8	1	5.5	5.5	1.8	0.6	
0,87	0,87	0,87	0,87	0,78	0,78	0,78	0,87	0,87	0,78	0,33	
5,6	5,6	5,6	5,6	3	3	1,05	5,6	5,6	3	0,6	
Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Double glazing insulated pvc frame	Double glazing sun protection	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Triple glazing sun protection PVC	

ADOSADA Occupation: 2 persons / Unit **		13,3 \$MXP / \$US						
40.7m2 row house		EXTREME HOT DRY				TEMPERATE		
Climate Data		Adosada Baseline Hermosillo	Adosada Ecocasa 1 Hermosillo	Adosada Ecocasa 2 Hermosillo	Adosada Passive House Hermosillo	Adosada Baseline Guadalajara	Adosada Ecocasa 1 Guadalajara	Adosada Ecocasa 2 Guadalajara
<b>VENTILATION</b>								
Heat recovery rate	%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	0%
Ventilation type - Pure Extract Air	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventilation type - Balanced PH Ventilation	-	-	-	-	x	-	-	-
<b>SHADING</b>								
Production factor z for temporary sun protection	%	No additional shading	No additional shading	No additional shading	Additional moveable shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading
<b>ELECTRICITY &amp; AUX ELECTRICITY</b> v.e.								
Percentage of CFLs	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Household appliances (refrigerator, washing machine, microwave oven, consumer electronics and small appliances)		Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances
Miscellaneous Auxiliary Electricity (ceiling fan)		Ceiling fan				Ceiling fan		
<b>SUMMER VENTILATION &amp; COOLING UNITS</b>								
Corresponding air rate for night ventilation (source SummVer)	1/h	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	0.5	0.5
Humidity recovery	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Annual cooling COP		2.5	3.08	3.08	3.08	2.5	3.08	3.08
<b>DHW &amp; SOLAR DHW</b>								
Solar Collector Area	m <sup>2</sup>	0	2	Fully solar	Fully solar	0	2	2

		TEMPERATE COLD					EXTREME HOT HUMID				
Adosada Passive House Guadalajara	Adosada Ecocasa 1 House Plus Guadalajara	Adosada Baseline Puebla	Adosada Ecocasa 1 Puebla	Adosada Ecocasa 2 Puebla	Adosada Passive House Puebla	Adosada Passive House Plus Puebla	Adosada Baseline Cancún	Adosada Ecocasa 1 Cancún	Adosada Ecocasa 2 Cancún	Adosada Passive House Cancún	
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	92%	
x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	
No additional shading	Additional moveable shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	Additional moveable shading	
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	
		Ceiling fan					Ceiling fan				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	65%	
3.08	0	2.50	3.08	3.08	0	0	2.5	3.08	3.08	3.08	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fully solar	Fully solar	0	2	2	2	Fully solar	0	2	2	Fully solar	

\* This calculation is made with an indoor temperature assumption of between 18°C - 28°C only to calculate CO<sub>2</sub> emissions. The rest of the results use a comfort range between 20°C-25°C.

\*\* Although each dwelling unit is thought to be occupied by 4 persons, the value of 2 is taken as an average value, under the assumption that the dwelling unit will not be occupied to it's 100% percent capacity all the time, considering a life cycle of 30

<b>AISLADA</b> Occupation: 2 persons / Unit **		13,3 \$MXP / \$US						
Isolated housing unit. Smallest building type. 38m <sup>2</sup> TFA		EXTREME HOT DRY				TEMPERATE		
Climate Data		Aislada Baseline Hermosillo	Aislada Ecocasa 1 Hermosillo	Aislada Ecocasa 2 Hermosillo	Aislada Passive House Hermosillo	Aislada Baseline Guadajajara	Aislada Ecocasa 1 Guadajajara	Aislada Ecocasa 2 Guadajajara
Specific Space Heating Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	102	41	37	2	38	11	2
Specific Usefull Cooling Energy Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	408	250	142	15	124	35	18
Specific Dehumidification Demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	83	34	14	0	6	0	0
Cooling load	W/m <sup>2</sup>	210	131	80	16	23	1	1
Specific Primary Energy Demand (Indoor temp. 20°C.25°)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	832	387	252	69	348	126	83
Specific Emissions CO <sub>2</sub> -Equivalent (Indoor temp. 20°C-25°C)	kg(m <sup>2</sup> a)	187	86	57	15	79	28	19
Additional Investment costs (entire building)	\$ US	\$ -	\$ 1, 290	\$ 4, 760	\$ 17, 110	\$ -	\$ 1, 290	\$ 4, 065
Future additional Investment coast (entire building)	\$ US	\$ -	\$ 1, 082	\$ 2, 377	\$ 7, 532	\$ -	\$ 1, 082	\$ 2, 427
Additional costs per dwelling unit (current costs)	\$ US	\$ -	\$ 108	\$ 397	\$ 1, 426	\$ -	\$ 108	\$ 339
Additional costs per dwelling unit (future costs)	\$ US	\$ -	\$ 90	\$ 198	\$ 628	\$ -	\$ 90	\$ 202
Life Cycle Costs (energy&additional capital costs)	\$ US(m <sup>2</sup> a)	\$ 54	\$ 26	\$ 22	\$ 24	\$ 23	\$ 10	\$ 10
Life Cycle Costs (Basis future investment costs)	\$ US(m <sup>2</sup> a)	\$ 54	\$ 26	\$ 19	\$ 13	\$ 23	\$ 10	\$ 8
Wall/Roof insulation	mm	0 / 0	0 / 25	25 / 25	250 / 300	0 / 0	0 / 25	25 / 25
Floor slab insulation	mm	0	0	25	125	0	0	0
Exterior surface absorption coefficient (exterior walls)	-	Colour paint	White paint	White paint	Cool Colours	Colour paint	White paint	White paint
<b>WINDOWS</b>								
Window frame: Uf-value	W/(m2K)	5.5	5.5	1.8	0.72	5.5	5.5	5.5
Window glazing: g-value	-	0,87	0,87	0,78	0,33	0,87	0,87	0,87
Window glazing: Ug-value	W/(m2K)	5,6	5,6	3	0,6	5,6	5,6	5,6
Window description		Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Triple glazing sun protection PVC insulated frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame

		TEMPERATE COLD					EXTREME HOT HUMID			
Aislada Passive House Guadalajara	Aislada Ecocasa 1 House Plus Guadalajara	Aislada Baseline Puebla	Aislada Ecocasa 1 Puebla	Aislada Ecocasa 2 Puebla	Aislada Passive House Puebla	Aislada Passive House Plus Puebla	Aislada Baseline Cancún	Aislada Ecocasa 1 Cancún	Aislada Ecocasa 2 Cancún	Aislada Passive House Cancún
4	2	187	95	55	15	15	0	0	0	0
6	2	72	28	5	1	0	506	306	137	39
0	0	1	0	0	0	0	189	165	105	30
0	0	0	0	0	0	0	95	58	29	8
58	45	509	244	155	70	70	902	494	275	112
13	10	120	57	37	16	16	198	108	61	25
\$ 7,283	\$ 8,026	\$ -	\$ 1,290	\$ 4,638	\$ 9,547	\$ 12,060	\$ -	\$ 1,290	\$ 4,949	\$ 17,110
\$ 3,675	\$ 3,772	\$ -	\$ 1,082	\$ 2,618	\$ 4,279	\$ 5,117	\$ -	\$ 1,082	\$ 2,440	\$ 7,532
\$ 607	\$ 669	\$ -	\$ 108	\$ 386	\$ 796	\$ 1,005	\$ -	\$ 108	\$ 412	\$ 1,426
\$ 306	\$ 314	\$ -	\$ 90	\$ 218	\$ 357	\$ 426	\$ -	\$ 90	\$ 203	\$ 628
\$ 12	\$ 12	\$ 40	\$ 21	\$ 18	\$ 16	\$ 19	\$ 52	\$ 30	\$ 22	\$ 27
\$ 8	\$ 7	\$ 40	\$ 21	\$ 16	\$ 10	\$ 11	\$ 52	\$ 30	\$ 19	\$ 15
50 / 100	100 / 175	0 / 0	0 / 25	50 / 50	150 / 275	300/300	0 / 0	0 / 25	25 / 25	250 / 200
25	50	0	0	25	125	225	0	0	50	225
White Paint	White Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	Colour Paint	White Paint	Colour Paint	White Paint	White Paint	Cool Colours
1.8	1.8	5.5	5.5	5.5	1.8	1.8	5.5	5.5	1.8	0.72
0,78	0,78	0,87	0,87	0,87	0,78	0,78	0,87	0,87	0,33	0,33
3	3	5,6	5,6	5,6	3	3	5,6	5,6	1,05	0,6
Double glazing insulated pvc frame	Double glazing insulated pvc frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Double glazing insulated pvc frame	Single glazing aluminium frame	Single glazing aluminium frame	Double glazing insulated pvc frame	Triple glazing sun protection PVC insulated frame

AISLADA		Occupation: 2 persons / Unit **							13,3 \$MXP / \$US	
Isolated housing unit. Smallest building type. 38m² TFA		EXTREME HOT DRY				TEMPERATE				
Climate Data		Aislada Baseline Hermosillo	Aislada Ecocasa 1 Hermosillo	Aislada Ecocasa 2 Hermosillo	Aislada Passive House Hermosillo	Aislada Baseline Guadalajara	Aislada Ecocasa 1 Guadalajara	Aislada Ecocasa 2 Guadalajara		
<b>VENTILATION</b>										
Heat recovery rate	%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	0%		
Ventilation type - Pure Extract Air	-			-				X		
Ventilation type - Balanced PH Ventilation	-				x					
<b>SHADING</b>										
Production factor z for temporary sun protection	%	No additional shading	No additional shading	No additional shading	Additional moveable shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading		
<b>ELECTRICITY &amp; AUX ELECTRICITY</b> v.o.										
Percentage of CFLs	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Household appliances (refrigerator, washing machine, microwave oven, consumer electronics and small appliances)		Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances		
Miscellaneous Auxiliary Electricity (ceiling fan)		Ceiling fan				Ceiling fan				
<b>SUMMER VENTILATION &amp; COOLING UNITS</b>										
Corresponding air rate for night ventilation (source SummVer)	1/h	0.5	0.5	0.5	2.8	0.5	0.5	0.5		
Humidity recovery	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
Annual cooling COP		2.5	3.08	3.08	3.08	2.5	3.08	3.08		
<b>DHW &amp; SOLAR DHW</b>										
Solar Collector Area	m²	0	1,5	1,5	Fully solar	0	1,5	1,5		

		TEMPERATE COLD					EXTREME HOT HUMID			
Aislada Passive House Guadalajara	Aislada Ecocasa 1 House Plus Guadalajara	Aislada Baseline Puebla	Aislada Ecocasa 1 Puebla	Aislada Ecocasa 2 Puebla	Aislada Passive House Puebla	Aislada Passive House Plus Puebla	Aislada Baseline Cancún	Aislada Ecocasa 1 Cancún	Aislada Ecocasa 2 Cancún	Aislada Passive House Cancún
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	92%
x	x			x	x	x			-	
-				-	-					x
No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	No additional shading	Additional moveable shading
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances	Regular /bad efficient appliances	Efficient appliances	Highly efficient appliances	Highly efficient appliances
		Ceiling fan					Ceiling fan			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0.5	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	65%
3.08	0	2.5	3.08	3.08	0	0	2.5	3.08	3.08	3.08
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fully solar	Fully solar	0	1,5	1,5	Fully solar	Fully solar	0	1,5	1,5	Fully solar

\* This calculation is made with an indoor temperature assumption of between 18°C - 28°C only to calculate CO<sub>2</sub> emissions. The rest of the results use a comfort range between 20°C-25°C.

\*\* Although each dwelling unit is thought to be occupied by 4 persons, the value of 2 is taken as an average value, under the assumption that the dwelling unit will not be occupied to it's 100% percent capacity all the time, considering a life cycle of 30





## ANEXO 2: PANORAMA DETALLADO DE LOS COSTOS DE APOYO Y DE LAS ACCIONES ADMINISTRATIVAS



## Anexo II. Panorama detallado de los costos de apoyo y de las acciones administrativas

No.	Actividad	2012	2013	2014	2015	2016	Subtotal
1	Configuración institucional y administración de NAMA	988 000	658 000	455 000	454 000	454 000	3 009 000 USD
1.1	Diseñar el fondo para recursos financieros, incluyendo acuerdos legales	210 000	-	-	-	-	210 000 USD
1.2	Diseñar, establecimiento y operación de la "Unidad de la Oficina del Programa de NAMA"	238 000	238 000	155 000	154 000	154 000	939 000 USD
1.3	Línea Base, MRV y marco de adicionalidad						
1.3.1	Desarrollo de los sistemas de recopilación de datos para medir, reportar y verificar las emisiones de manera precisa: Establecimiento y operación de una base de datos integral (línea base y MRV) de viviendas y consumo de energía y demanda.	150 000	35 000	35 000	35 000	35 000	290 000 USD
1.3.2	Construcción de capacidades para monitoreo y auditorías- Establecimiento de un sistema profesional y especializado de inspección y supervisión.	90 000	50 000	20 000	20 000	20 000	200 000 USD
1.3.3	Encuestas integrales de monitoreo y verificación de viviendas (i.e. simulación utilizando las bases de datos y encuestas detalladas)	210 000	245 000	245 000	245 000	245 000	1 190 000 USD
1.4	Asistencia Técnica a FOVISSSTE y SHF en el establecimiento de su configuración institucional para la implementación de la NAMA	90 000	90 000				180 000 USD
2	Reglamentos de Construcción y procedimientos de permisos	280 000	210 000	210 000	210 000	-	910 000 USD
2.1	Asistencia Técnica a gobiernos locales y organizaciones a nivel estatal y municipal para la introducción de un estándar mínimo de rendimiento energético, todo el enfoque de construcción y los valores meta para el consumo primario de energía así como criterios de sustentabilidad. Elaboración de una guía nacional para la adaptación de Reglamentos de Construcción	280 000	210 000	210 000	210 000	-	910 000 USD

## Anexo II. Panorama detallado de los costos de apoyo y de las acciones administrativas

No.	Actividad	2012	2013	2014	2015	2016	Subtotal
3	Creación de Capacidades	1376800	1069800	699 800	667 800	667 800	4 482 000 USD
3.1	Capacitación para asesores en energía, planificadores y trabajadores de la construcción en la construcción energéticamente eficiente, principalmente a través de la herramienta PHPP						-USD
3.1.1	Escalamiento al plan de estudios de las universidades/ escuelas comerciales en edificios EE y RE en edificios enfocándose en el apoyo para la implementación y operación de NAMA.	65 800	65 800	65 800	65 800	65 800	329 000 USD
3.1.2	Traducción y adaptación del material Europeo/PHI al clima Mexicano y a la tradición de la Construcción; verificar después de la experiencia	66 000	66 000	20 000	10 000	10 000	172 000 USD
3.1.3	Capacitar a través del enfoque "Capacitar al Capacitador" con los socios locales de manera consecutiva, proporcionar capacitación y diseño de construcciones de eficiencia energética (eco-casa, PHPP) para desarrolladores y planificadores en todo México y capacitación especial para trabajadores de la construcción.	100 000	60 000	30 000	30 000	30 000	250 000 USD
3.2	Capacitación de autoridades y actores locales						-USD
3.2.1	CONAVI también fomentara creación de capacidades para autoridades locales, estatales y federales en cursos presenciales, aprendizaje virtual y la construcción de una plataforma inter-institucional; objetivo: Las autoridades y actores locales pueden introducir e implementar criterios de sustentabilidad en sus procesos cotidianos y decisiones involucradas en los planes maestros de vivienda y nivel de construcción de éstas.	840 000	700 000	420 000	420 000	420 000	2 800 000 USD
3.3	Capacitación a dueños / usuarios de viviendas						
3.3.1	Producción de un manual para los dueños/usuarios a fin de entender y optimizar el uso de viviendas energéticamente eficientes	50 000	25 000	25 000	25 000	25 000	150 000 USD
3.3.2	Campañas a fin de incrementar la concientización sobre la eficiencia energética no sólo en las construcciones sino también en el uso de aparatos electrodomésticos	150 000	75 000	75 000	75 000	75 000	450 000 USD
3.4	Fomento y apoyo a fabricantes y compañías regionales para aumentar la disponibilidad de productos adecuados						-USD

## Anexo II. Panorama detallado de los costos de apoyo y de las acciones administrativas

No.	Actividad	2012	2013	2014	2015	2016	Subtotal
3.4.1	Guía y apoyo para fabricantes a través de la asociación local y asesoría internacional	70 000	50 000	50 000	28 000	28 000	226 000 USD
3.4.2	Adaptación de los criterios de certificación para productos Mexicanos locales	35 000	28 000	14 000	14 000	14 000	105 000 USD
4	Proyectos piloto y adaptación de software	310 000	310 000	450 000	410 000	350 000	1 830 000 USD
4.1	Aseguramiento de Calidad de todos diseños y construcciones de la Casa Pasiva; y adaptación/implementación del cálculo PHPP y herramienta de diseño	250 000	100 000	70 000	50 000	50 000	520 000 USD
4.2	Diseño y construcción de Proyectos piloto en lugares diferentes de México (Construcción--> medidas directas, no incluidas aquí)	60 000	110 000	80 000	60 000	-	310 000 USD
4.3	Monitoreo de Proyectos piloto (--> experiencia, también necesaria para el aprendizaje, construcción de capacidades, demostraciones y difusión.	-	100 00	300 000	300 000	300 000	1 000 000 USD
5	Mercadotecnia y difusión	277 000	289 000	289 000	289 000	275 000	1 419 000 USD
5.1	Sitio web (desarrollo y mantenimiento)	42 000	14 000	14 000	14 000	-	84 000 USD
5.2	Campaña de medios (TV, radio, periódicos)	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	1 000 000 USD
5.3	Promoción para la participación (Folletos y material de mercadotecnia)	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	175 000 USD
5.4	Demostración y difusión: hacer el éxito visible	-	40 000	40 000	40 000	40 000	160 000 USD
TOTAL		3231 800	2536 800	2103 800	2030 800	1746 000	
ACUMULADO		3231 800	5768 600	7872 400	9903 200	1165000	11 650 000 USD

El presente documento cuenta con un Anexo Técnico, el cual estará disponible a solicitud a través del enlace de coordinación de la Mesa Transversal de CONAVI.

## ANEXO 3: MRV PARA LA VIVIENDA NUEVA EN MÉXICO

### SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN PARA LA NAMA DE VIVIENDA NUEVA EN MÉXICO

El objetivo del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de cualquier NAMA es medir el impacto de las acciones implementadas para evaluar su contribución a los objetivos y compromisos nacionales e internacionales en materia climática y de desarrollo sustentable.



La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional de Vivienda en México (CONAVI), agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (German Development Cooperation [Cooperación Alemana al Desarrollo]) por su colaboración y asistencia técnica para la preparación de este documento. La colaboración con GIZ se realizó conforme el marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA, que ha sido encargado a la GIZ por parte del Ministerio Federal Alemán, para la Conservación de la Naturaleza y del Ambiente y la Seguridad Nuclear (BMU). Las opiniones expresadas, en este documento, no necesariamente reflejan los puntos de vista de GIZ y/o BMU. La reproducción parcial, o total, de este documento, queda autorizada para propósitos no lucrativos, siempre y cuando la fuente sea una fuente reconocida.

**SEMARNAT/CONAVI. NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros.**  
Ciudad de México, 2015 - Un proyecto dentro del marco de trabajo de la Iniciativa Internacional para el Cambio Climático.



**Resumen elaborado por:**  
Antonio Peláez

212



**Supervisión:**  
Andreas Gruner, Carlos Carrasco

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

© SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Av. San Jerónimo 458, 3er Piso  
Col. Jardines del Pedregal  
C.P. 01900, México, D.F.  
Tel.: 52 55 54902118  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda en México  
Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso  
Col. Bosque de Chapultepec  
C.P. 11580, México, D.F.  
Tel.: 52 55 91389991  
[www.conavi.gob.mx](http://www.conavi.gob.mx)



Las reglas de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) determinan que los países en vías de desarrollo deben presentar un reporte bianual de actualización de acciones de mitigación, conforme a lo acordado en la COP17 en Durban. Cada dos años, toda NAMA debe reportar a los gobiernos nacionales sus avances, impactos climáticos y de desarrollo sustentable, metodologías, premisas y descripción de procesos de MRV, así como el apoyo internacional recibido.

Las NAMA deben ser medidas, reportadas y verificadas nacionalmente en concordancia con la Guía General de Sistemas Nacionales de Monitoreo, Reporte y Verificación, según se acordó en la COP19 en Varsovia, Polonia.

La NAMA para la Vivienda Sustentable es una acción apoyada; sin embargo, a largo plazo pueden generarse créditos de carbono de la NAMA para la Vivienda Sustentable. Para ese fin se desarrolló el sistema MRV, con suficiente fidelidad como para ser transformado en un programa crediticio, si es que las negociaciones internacionales en esta área avanzan.

## OBJETIVO DEL MRV DE LA NAMA DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO

Además de ser una herramienta necesaria en el marco de la Política de Cambio Climático del Gobierno de México, el MRV en el contexto del sector residencial mexicano podría utilizarse para rastrear los subsidios a la energía que fueron evitados, y esa información podría utilizarse para solicitar fondos al gobierno.

El concepto MRV cuenta con dos fases, la previa y la de monitoreo, según el siguiente esquema de funcionamiento:

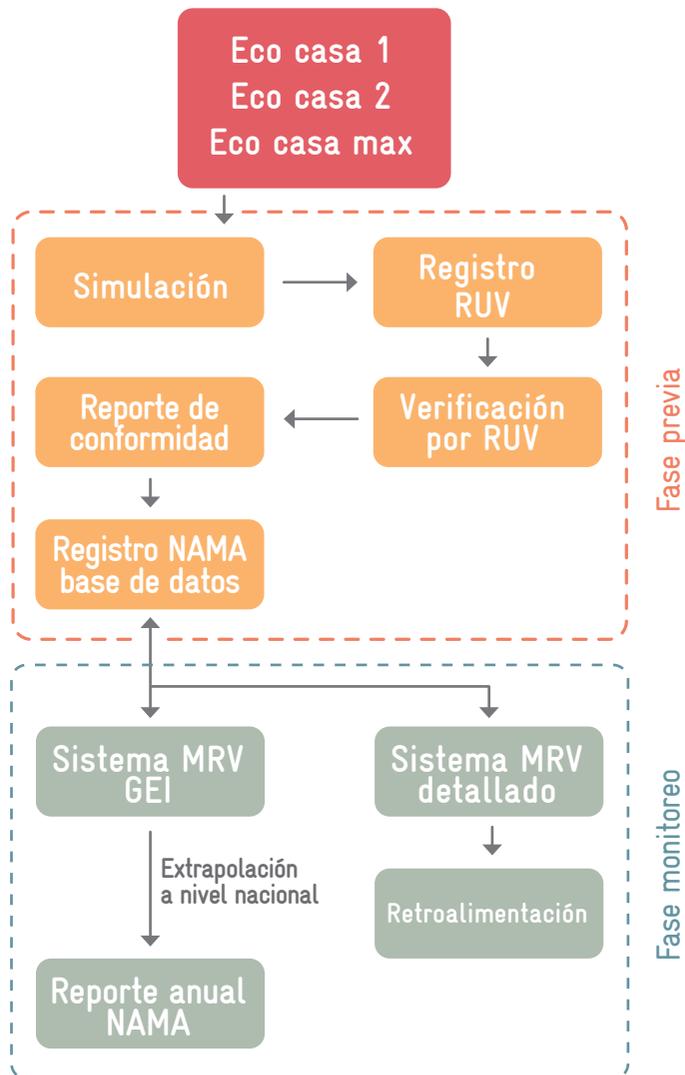


Figura 1. Concepto del sistema de monitoreo  
 Fuente: CONAVI para la mesa transversal

## ACTORES CLAVE DEL MRV

Durante la fase de desarrollo de la NAMA de Vivienda Sustentable en México se detectaron los siguientes actores claves y sus funciones para el desarrollo e implementación del sistema de MRV:

-  **Mesa Transversal:** Proporciona protocolos y recomendaciones mínimas para el monitoreo y la formulación de documentos de reporte; coordina el avance de la cobertura de la NAMA a nivel nacional; informa a los donantes sobre los avances de la NAMA.
-  **Entidades implementadoras:** Seleccionan los proyectos NAMA, financian la implementación del MRV; definen, con la mesa transversal, el tamaño de la muestra; descargan la información de monitoreo de emisiones de GEI a la base de datos.
-  **Desarrolladores:** Apoyan en la instalación de los equipos de monitoreo, realizan los acuerdos de acceso a la información con los usuarios y desarrollan una capacitación del uso de la vivienda sustentable.
-  **RUV:** Gestiona el registro de la vivienda; proporciona los datos de identificación de la vivienda y permite la comunicación con la base de datos de la NAMA.
-  **Oficina NAMA:** Realiza las comunicaciones con las autoridades nacionales encargadas de realizar los reportes bianuales para la CMNUCC sobre las reducciones alcanzadas nacionalmente; comunica el avance de la NAMA a nivel internacional.

El siguiente esquema muestra de forma representativa la coordinación entre actores para el monitoreo y el manejo de datos, desde el usuario hasta la Autoridad NAMA nacional.

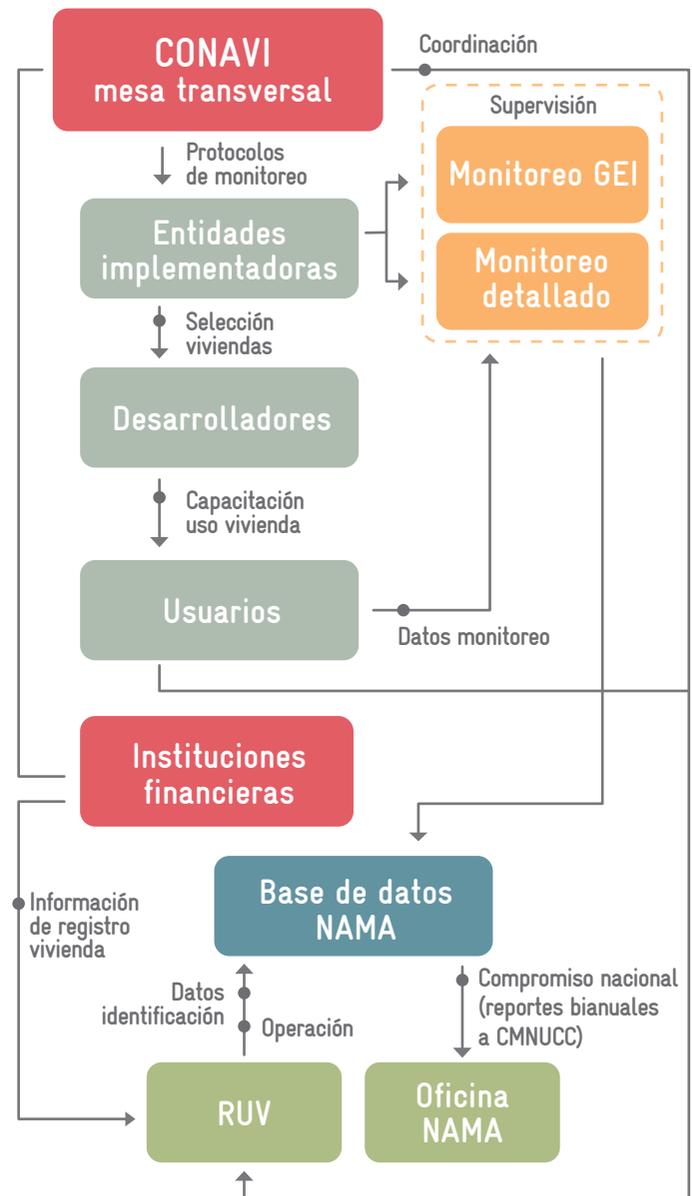


Figura 2. Coordinación de actores para el monitoreo de la NAMA  
Fuente: CONAVI para la mesa transversal

## PROTOCOLO MEXICANO PARA PLANES DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN (PMPMV) DE CAMPAÑAS DE MONITOREO DE LA VIVIENDA SUSTENTABLE

El PMPMV establece dos tipos de monitoreo, el sistema de Monitoreo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) o Monitoreo Simple, que está enfocado a la recopilación de los datos básicos necesarios para calcular el impacto de las emisiones de NAMA para la Vivienda Sustentable. El segundo es el Monitoreo Detallado, que está enfocado a la recopilación de un rango más amplio de indicadores que pueden utilizarse para calibrar los modelos de emisiones y rastrear otras variables (niveles de confort térmico, consumo energético en climatización, entre otras), que son importantes para el desarrollo y profundización de políticas públicas, programas crediticios, marco normativo y estándares técnicos, pero que no son relevantes para el seguimiento del impacto de los GEI.

### Monitoreo Simple

Es un monitoreo de referencia permanente que aporta resultados mínimos necesarios sobre el desempeño de la vivienda en cuanto al consumo total de electricidad, agua y gas. Realiza el seguimiento de una muestra representativa de viviendas y estima, dentro de un nivel de confianza del 90%, el desempeño de las emisiones de esas casas, monitoreando cuatro parámetros clave.

### Monitoreo Detallado

El sistema de monitoreo detallado busca obtener datos reales y precisos para la evaluación de los componentes de electricidad, gas, agua, y confort térmico de la vivienda. Este tipo de monitoreo permitirá comparar vivienda de características similares en regiones climáticas iguales, definiendo qué tipología y estrategia de monitoreo es la mejor.

No. variables	Nombre del parámetro	Monitoreo simple (GEI)	Monitoreo detallado
1.	Consumo de gas		
2.	Consumo de agua		
3.	Temperatura interior dentro de la vivienda		
4.	Temperatura interior en muro de estancia con mayor ocupación		
5.	Temperatura exterior		
6.	Humedad relativa interior		
7.	Humedad relativa exterior		
8.	Consumo de electricidad total		
8.a.	Consumo de electricidad uso Aire Acondicionado		
8.b.	Consumo de electricidad uso Iluminación		
8.c.	Consumo de electricidad (electrodomésticos de mayor consumo de energía)		
9.	Hermeticidad de la vivienda		
10.	Niveles de CO <sub>2</sub>		
11.	Velocidad de viento		
12.	Dirección del viento		
13.	Radiación solar		
14.	Presión barométrica		

Tabla 1. Parámetros a medir según tipo de monitoreo

## BARRERAS DETECTADAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MRV

Se han detectado barreras generales para la implementación del Sistema Nacional MRV de la NAMA de Vivienda Sustentable en México y el PMPMV, así como barreras para el monitoreo simple y detallado, siendo las principales las siguientes:

### GENERALES



- Desconocimiento de los usuarios del concepto de MRV
- Necesidad de incentivar a los usuarios para que participen en las campañas de monitoreo
- Falta de coordinación con la CFE para la obtención de datos de forma sistemática
- Los actores relevantes no han asumido sus responsabilidades

### MONITOREO SIMPLE



- No todas las viviendas cuentan con medidores de electricidad, agua y gas
- Complejidad en la toma de datos

### MONITOREO DETALLADO



- Escasez de equipos nacionales de medición de humedad, temperatura y radiación, entre otros.
- Altos costos de los equipos y de su instalación para el Monitoreo Detallado
- Necesidad de generar bases de datos provisionales para el Sistema MRV Nacional

216

## LECCIONES APRENDIDAS

El Sistema de MRV es fundamental para la creación de capacidades al interior de las instituciones de vivienda del Gobierno de México, así como para las campañas de sensibilización a usuarios y para la capacitación a los desarrollares medianos y pequeños. Deben abatirse los costos de las tecnologías para el Monitoreo Detallado con el fortalecimiento de la industria local y el involucramiento de la academia.



## ANEXO 4: MEDIDAS INDIRECTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NAMA DE VIVIENDA NUEVA

### 4.1 PROYECTOS PILOTO DE LA NAMA DE VIVIENDA NUEVA



La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional de Vivienda en México (CONAVI), agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (German Development Cooperation [Cooperación Alemana al Desarrollo]) por su colaboración y asistencia técnica para la preparación de este documento. La colaboración con GIZ se realizó conforme el marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA, que ha sido encargado a la GIZ por parte del Ministerio Federal Alemán, para la Conservación de la Naturaleza y del Ambiente y la Seguridad Nuclear (BMU). Las opiniones expresadas, en este documento, no necesariamente reflejan los puntos de vista de GIZ y/o BMU. La reproducción parcial, o total, de este documento, queda autorizada para propósitos no lucrativos, siempre y cuando la fuente sea una fuente reconocida.

**SEMARNAT/CONAVI. NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros.**  
Ciudad de México, 2014 - Un proyecto dentro del marco de trabajo de la Iniciativa Internacional para el Cambio Climático.



**Autores:**

Ana Milena Avendaño

Andreas Gruner

Elaboración tablas costo-beneficio Antonio Pelaez (GIZ)

218



**Supervisión:**

CONAVI: Carlos Carrasco

GIZ: Andreas Gruner, Anahí Ramírez

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

© SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Av. San Jerónimo 458, 3er Piso

Col. Jardines del Pedregal

C.P. 01900, México, D.F.

Tel.: 52 55 54902118

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda  
en México

Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso

Col. Bosque de Chapultepec

C.P. 11580, México, D.F.

Tel.: 52 55 91389991

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





# 1 Alcance y objetivos de los proyectos piloto

219

En 2011 el Gobierno Mexicano acordó con el Gobierno Alemán la implementación del Programa Mexicano-Alemán para NAMA (ProNAMA). Este Programa se realizó por encargo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) en el marco de la Iniciativa Internacional de Cambio Climático (IKI por sus siglas en alemán).

En el marco del ProNAMA, la CONAVI con asesoría técnica y cofinanciamiento de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Cooperación Alemana al Desarrollo (GmbH), desarrolló las NAMA de Vivienda Nueva y Existente. Para aprobar el diseño técnico de la NAMA de Vivienda Nueva y demostrar su potencial de mitigación, instituciones del Gobierno Mexicano y donantes internacionales, en conjunto con desarrolladores de vivienda, implemen-

taron varios proyectos piloto en el País. Estos proyectos no sólo proporcionarán una excelente oportunidad de capacitación, sino que también aportarán datos valiosos para el desarrollo de la herramienta de planeación y una oportunidad para la calibración del sistema de Monitoreo, Reporte y Evaluación (MRV).

La CONAVI y la GIZ, en conjunto con Organismos Regionales de Vivienda y desarrolladores de vivienda, ejecutaron tres proyectos piloto para implementar medidas de eficiencia energética, desarrollar e implementar el sistema de MRV de las casas construidas y elaborar documentos de apoyo para la transferencia del conocimiento y la formación de los agentes involucrados.



El enfoque de los proyectos piloto toma como base los prototipos de vivienda de interés social de desarrolladoras inmobiliarias en México, con un área habitable de aproximadamente 46 y 80 m<sup>2</sup>. Se construyeron varias viviendas piloto de diferentes niveles de eficiencia energética en las ciudades de Hermosillo, Sonora (27 unidades de vivienda del prototipo vivienda dúplex de dos niveles); Morelia, Michoacán (30 unidades de vivienda del prototipo vivienda vertical); y Guadalajara, Jalisco (18 unidades de vivienda del prototipo vivienda vertical). Fueron cofinanciadas por las instituciones de vivienda y la GIZ.

Estas viviendas serán monitoreadas por dos años (aún en proceso). A partir del monitoreo se comparará su comportamiento con respecto a la línea base, a los consumos energéticos de electricidad y gas y consumos de agua.

El periodo de construcción de los tres proyectos piloto en total fue de 3 años, en el periodo entendido entre octubre de 2012 y junio de 2015. El acompañamiento para la ejecución de cada proyecto consistió en tomar como base los prototipos de la vivienda de cada desarrollador. Siguiendo el concepto de la NAMA de vivienda nueva, se definieron las medidas de eficiencia energética<sup>1</sup> para cada prototipo:

-  Hipoteca Verde+ / Eco Casa 1: Optimización de las posibles medidas activas y pasivas (aislante térmico en el muro de mayor asoleamiento y en la losa, calentador solar de agua, entre otros) considerando la misma cantidad adicional otorgada por el INFONAVIT a través de la "Hipoteca Verde", con el objetivo de buscar una mayor eficiencia energética con el mismo costo incremental, y una mayor replicabilidad en el mercado.
-  Eco Casa 2: Estándar con un grado mayor de eficiencia energética (aislante térmico en todos los muros, losa y piso, incorporación de sistemas vidriados mejorados y electrodomésticos eficientes, entre otros).
-  Eco Casa Max: Optimización de las medidas de eficiencia energética, tanto activas como pasivas, (sistema de aire acondicionado eficiente) con el objetivo de alcanzar un consumo de energía mínimo en la vivienda, y que sirva de ejemplo sobre el máximo potencial de ahorro de energía y reducción de gases de efecto invernadero en una vivienda con estas condiciones.

<sup>1</sup> Actualmente se está actualizando el diseño técnico de la NAMA de Vivienda Nueva sustituyendo los estándares EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max por la escala de evaluación de la A (muy eficiente) a la G (poco eficiente) del Sisevive-Ecocasa.

Se elaboraron simulaciones del prototipo original en el sistema de evaluación de la vivienda verde (Sisevive-Ecocasa, así como de cada una de las propuestas hechas para cada piloto, a fin de conocer la relación costo-beneficio de las medidas a implementar y el aumento en el confort.

Las propuestas incluyeron cambio en la orientación, propuesta de uso de materiales como el block cerámico, aislamiento en muros y losas, cambio de vidrios y ventanas, tuberías y sistemas de agua caliente, entre otros.

## OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

El objetivo general de los pilotos consiste en apoyar al Gobierno de México en la implementación de viviendas sustentables basadas en la NAMA de Vivienda Nueva con medidas y actividades para la planeación, el desarrollo y la construcción de hasta 75 viviendas de interés social, como parte de tres desarrollos de viviendas con un bajo consumo de energía y su respectiva mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), además del subsecuente monitoreo de los resultados obtenidos gracias a las medidas implementadas y el monitoreo de viviendas de referencia.

Para alcanzar el objetivo principal se trazaron las siguientes actividades:

-  Seleccionar a las desarrolladoras inmobiliarias y a los proyectos adecuados para los pilotos
-  Desarrollar conceptos y diseños de medidas activas y pasivas de eficiencia energética en las viviendas, a través de talleres de planeación y seguimiento, y la integración de dichas medidas en la planeación y ejecución general y detallada acorde a la zona bioclimática, tipología y estándar de eficiencia establecido para cada vivienda
-  Simular la demanda de consumo energético primario de los prototipos de vivienda nueva, basado en el concepto de desempeño global de la vivienda

-  Planear detalladamente y diseñar las mejoras para los prototipos de vivienda
-  Revisar la aplicabilidad de los diseños y las especificaciones de acuerdo con la normativa y el contexto mexicanos
-  Controlar la calidad de la obra a través de la capacitación in situ, documentación escrita y fotográfica del proceso de construcción y la supervisión de obra de las viviendas
-  Registrar a las viviendas en el RUV (Registro Único de las Viviendas) mediante el Sistema de Calificación de Vivienda Sisevive-Ecocasa
-  Capacitar y entregar toda la información necesaria para implementar de manera autónoma medidas de eficiencia energética en futuros proyectos y conjuntos habitacionales de las desarrolladoras
-  Capacitar y sensibilizar a los usuarios de las viviendas piloto
-  Monitorear el consumo energético de las viviendas construidas con medidas adicionales y de viviendas de la misma tipología sin medidas adicionales
-  Difundir los resultados del proyecto piloto en instituciones nacionales e internacionales del sector de la vivienda social y financiamiento de medidas activas y pasivas de mitigación





## 2 Procesos de implementación de los pilotos

### SELECCIÓN DE LOS DESARROLLADORES Y DE LOS PROYECTOS

Como primer paso de preparación del proyecto piloto, la CONAVI y la GIZ en conjunto llevaron a cabo una intensa preselección entrevistando a varias desarrolladoras inmobiliarias, visitando sus oficinas y proyectos realizados, y analizando sus prototipos de vivienda. Los principales criterios de selección fueron las diferentes zonas bioclimáticas en el País, la variantes entre los prototipos (vivienda aislada, adosada y vertical) y los desarrolladores medianos con alta motivación y disposición de replicar las soluciones NAMA más allá de los pilotos. Como finalistas quedaron tres aspirantes para ser estudiados exhaustivamente y adetalle. Para documentar el proceso, todos los análisis previos se realizaron usando plantillas.

### DEFINICIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES

Una vez seleccionados los pilotos se inició la implementación de los pilotos con un taller de arranque, presentando el alcance y los objetivos, discutiendo las ideas básicas de los conceptos NAMA para los prototipos y definiendo los roles y responsabilidades de cada actor.

Actor	Roles y responsabilidades
Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)	Coordinación general de los proyectos piloto y difusión de los resultados
Organismos Estatales de Vivienda (OREVI) COVES, IPROVIPE, IVEM	Cotizaciones, adquisiciones y entrega de materiales sustentables y eco-tecnologías adicionales
Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)	Asesoría técnica en el diseño de medidas activas y pasivas de eficiencia energética; cofinanciamiento de las medidas NAMA; simulaciones energéticas; capacitación para la simulación DEEVi; sensibilización a usuarios
Desarrolladoras inmobiliarias DEREK, HERSO y Grupo ATELIER	Ejecución de las medidas NAMA; integración de las medidas en la planeación y ejecución general y detallada; simulación del consumo energético basado en el concepto del desempeño integral; construcción de las viviendas y supervisión de la obra; monitoreo del consumo energético de las viviendas tanto sin medidas (línea base) como con medidas NAMA
224 Experto internacional Arq. Manfred Brausem	Desarrollo del concepto y planeación de las medidas NAMA; definición de especificaciones técnicas y sistemas constructivos; simulación de los prototipos y conceptos de EE con la herramienta PHPP
Consultoría nacional BEA Bioconstrucción	Coordinación de los pilotos (plan de trabajo, planeación y construcción); adaptación de los conceptos de eficiencia energética al contexto nacional; supervisión de obra

## DISEÑO TÉCNICO DE LOS PILOTOS Y SIMULACIONES DE LA DEMANDA DE ENERGÍA

Mediante una serie de talleres técnicos, la consultoría del experto internacional y de la GIZ con los tres desarrolladores y varias simulaciones con la herramienta PHPP (Passive House Planning Package) se definió paso a paso el concepto NAMA para cada prototipo de vivienda.

## ELABORACIÓN DE DETALLES CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Como siguiente paso, con asesoría del experto internacional y la GIZ, se elaboraron los detalles constructivos y las especificaciones técnicas de las medidas NAMA (Anexos: B. Detalles constructivos y C. Especificaciones técnicas). Los desarrolladores ajustaron sus diseños aplicando los detalles y cotizaron los materiales sustentables y las ecotecnologías con base en las especificaciones.

## EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Con apoyo de la consultoría nacional, la GIZ asistió periódicamente en la instalación y colocación de los materiales sustentables y ecotecnologías. Un aspecto importante fue que los proveedores se encargaron de enseñar y entrenar a los técnicos y obreros de las empresas constructoras para garantizar la calidad de los sistemas.

## PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

Desde el punto de vista holístico del consumo de energía en el uso de edificios, la permeabilidad o estanqueidad al aire de los edificios es un parámetro a tener en cuenta en el desempeño global de las viviendas. En determinados climas la estanqueidad al aire de las edificaciones puede ser clave para el ahorro de energía. La transferencia de calor (energía) de una edificación con su entorno, se produce a través de todos los elementos que componen la envolvente. En las viviendas piloto de Hermosillo y de Morelia, la GIZ llevó a cabo pruebas de estanqueidad (conocido en inglés como blower door test).

## CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN A USUARIOS

Para habitar las nuevas viviendas conscientemente y usar las nuevas ecotecnologías de manera correcta, fue muy importante sensibilizar a los usuarios en los siguientes temas:



Cultura de usar energía de manera consciente, las ventajas energéticas, de confort y salud



Introducción y uso correcto de las ecotecnologías implementadas en las viviendas:

- Arquitectura bioclimática, entrada y salida de calor (ganancias y pérdidas)

- Aislamientos térmicos
- Ventanas
- Control de sombras
- Ventilación (natural, tiempos y temperaturas, ventilación nocturna; controlada, ajustes y limpieza de filtros)
- Aire acondicionado (limpieza de filtros y cargas de refrigerante)
- Iluminación eficiente (natural y artificial)
- Electrodomésticos eficientes (apagar electrodomésticos sin uso, usar a su mayor capacidad, cuidado con las temperaturas, evitar usos innecesarios)



El mantenimiento de los materiales sustentables y ecotecnologías



Uso consciente y eficiente del agua







## 3 Conceptos y medidas de los pilotos

227

**Desarrolladora:** DEREK  
**Nombre del proyecto:** Fracc. Buena Vista  
**Estado (ubicación):** Sonora  
**Ciudad o Municipio:** Hermosillo  
**Zona Climática:** Muy Seco  
**Tipología:** Vivienda Adosada  
**Área (m<sup>2</sup>):** 76.00 mt<sup>2</sup>  
**N° Viviendas:** 27

### PROYECTO PILOTO EN HERMOSILLO

La ciudad de Hermosillo, en el Estado de Sonora, se ubica en el norte de México y cuenta con un clima muy cálido y seco, representando la zona bioclimática del País con mayor potencial de ahorro de energía y mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub>. El prototipo del piloto inicialmente fue vivienda aislada de dos niveles, de la categoría vivienda social-tradicional de 6 salarios mínimos.

Para aplicar el diseño técnico de la NAMA a este prototipo, se desarrolló el siguiente concepto:

## Planeación urbana



- Se aplicó una orientación norte-sur para las viviendas NAMA

## Medidas bioclimáticas



- Con el objetivo de aumentar la compacidad, se modificó el prototipo de tal manera que resultó un prototipo de vivienda adosada-dúplex, es decir pares de dos viviendas adosadas de dos niveles
- Como parte del concepto se realizaron 4 paquetes de medidas NAMA para este nuevo prototipo más compacto: muros y losas de azotea con aislamiento térmico de diferentes espesores (25, 50 y 250 mm) y, como alternativa, con bloques de concreto celular sin aislamiento térmico, además de ventanas con doble cristal con marcos de PVC, puertas principales con aislamiento y sellos, y mallas para la protección solar
- Para dos viviendas se aplicaron sistemas adicionales de sombreado exterior

## Medidas de eficiencia energética



- Aire acondicionado de alta eficiencia
- Sistema de ventilación con recuperación de temperatura (se importaron de Alemania equipos de ventilación de muy bajo consumo eléctrico y bajo costo)

## MEDIDAS NAMA APLICADAS Y POTENCIAL DE AHORRO

Medidas	Vivienda NAMA 1	Vivienda NAMA 2	Vivienda NAMA 3	Vivienda NAMA 4
Muros de block concreto con aislante térmico	25mm 	50mm 		250mm 
Muros de block de concreto celular				
Losa de Azotea de vigueta y bovedilla con aislante térmico				
Losa de Azotea de concreto celular con aislante térmico				
Ventanas de doble vidrio y con cierre hermético				
Malla especial para protección solar y anti-insectos				
Puertas aisladas térmicamente y de cierre hermético				
Aire acondicionado de alta eficiencia				
Sistema de Ventilación con Recuperación de Temperatura				
<b>Ahorro de energía</b>	<b>70%</b>	<b>75%</b>	<b>78%</b>	<b>87%</b>



## CONCLUSIONES

- 🌿 A través de este piloto se logró aumentar sin costo adicional la compactación del prototipo inicial, a través del concepto de viviendas adosadas de dos, reduciendo muros exteriores y por lo tanto las pérdidas de temperatura interior.
- 🌿 La diversidad de los paquetes, a través del monitoreo de dos años, aportará a obtener mejores resultados en el ahorro energético en relación al costo invertido por paquete. GIZ pondrá mayor énfasis en la relación costo-beneficio de los paquetes de concreto celular sin aislamiento térmico, como solución bioclimática adecuada al clima extremo de Hermosillo.
- 🌿 Fue compleja la búsqueda y la selección de proveedores de las ecotecnologías empleadas.
- 🌿 El análisis de los costos incrementales de las medidas aplicadas, con respecto a su beneficio, es difícil de determinar. Es necesario masificar el uso de las tecnologías para bajar los costos.
- 🌿 Es clave realizar un extenso trabajo de información y sensibilización a los usuarios de estas viviendas, de forma que tomen un papel activo en el correcto funcionamiento de las medidas implementadas durante toda su vida útil y evitar su modificación, ya que eso repercutirá de forma negativa en el comportamiento de la vivienda.
- 🌿 La ejecución correcta del monitoreo NAMA es un reto. Aún previendo compromisos e incentivos para los usuarios, en la práctica no ha sido fácil contar con la participación y la colaboración esperadas durante el tiempo del monitoreo, por lo cual tener datos contundentes que respalden los planteamientos iniciales del proyecto se vuelve una tarea compleja. El reto es continuar elaborando las mediciones y recopilando datos de las viviendas, superando la falta de disposición de los usuarios.
- 🌿 Además se acordó que se medirán durante dos años los consumos (electricidad, agua y gas) en viviendas sin medidas de eficiencia (que se hallan en la línea base), dentro de los mismos conjuntos habitacionales, para realizar la comparativa y demostrar los ahorros generados.



**Desarrolladora:** HERSO  
**Nombre del proyecto:** Fracc. Villas de Oriente  
**Estado (ubicación):** Michoacán  
**Ciudad o Municipio:** Morelia  
**Zona Climática:** Templado Subhúmedo  
**Tipología:** Vivienda Vertical  
**Área (m<sup>2</sup>):** 48.00 mt<sup>2</sup>  
**N° Viviendas:** 30

## PROYECTO PILOTO EN MORELIA

La ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán, se encuentra sobre el eje neovolcánico transversal que atraviesa el centro del País a una altura de casi 2,000 metros sobre el nivel del mar. Esta zona cuenta con un clima templado con humedad media, un clima en el que no se acostumbra usar refrigeración o calefacción en las viviendas. Por lo tanto, en esta zona bioclimática el potencial de ahorro de energía y mitigación es menor -con mayor potencial en electrodomésticos de alta eficiencia. El prototipo de vivienda es vertical de cinco niveles, de la categoría de vivienda social-popular de 4 salarios mínimos.

Dado que es la zona bioclimática con menores requerimientos de eficiencia energética, se determinó aplicar las medidas necesarias para alcanzar el mayor estándar posible y se dio especial énfasis a las medidas de ahorro de gas, implementando por primera vez en vivienda de interés social un sistema centralizado de calentamiento solar de agua. Se decidió realizar un monitoreo detallado del consumo de gas para notar las diferencias entre los consumos de las viviendas y el calentamiento centralizado del agua, aquellas con calentadores solares individuales y las que tienen calentador de agua de paso tradicional de gas.

En particular, las medidas NAMA para este prototipo incluyen:



## Medidas Bioclimáticas



- Para 3 edificios de 5 niveles con 10 viviendas por edificio se aplicaron muros y losas en azotea con aislamiento térmico de 25 mm; ventanas con doble cristal con marcos de PVC y puertas principales aisladas térmicamente y de cierre hermético

## Medidas de eficiencia energética



- Luminarias LED en el interior de la vivienda
- Electrodomésticos de alta eficiencia (20unid)

## Uso de energía renovable



- Para dos edificios se aplicaron calentadores solares individuales de agua
- Para un edificio se aplicó un sistema solar centralizado de calentamiento de agua

## MEDIDAS NAMA APLICADAS Y POTENCIAL DE AHORRO

Medidas	Vivienda NAMA 1	Vivienda NAMA 2
Muros de concreto con aislante térmico		
Losa de Azotea de concreto con aislante térmico		
Ventanas de doble vidrio con cierre hermético.		
Puertas aisladas térmicamente y de cierre hermético		
Luminarias LED al interior de la vivienda		
Sistema solar centralizado de calentamiento de agua		
Calentadores solares de agua individuales		
Tubería de agua caliente aislada.		
Losa de cimentación con aislante térmico de 10" de espesor		
<b>Ahorro de energía</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>



## CONCLUSIONES

232

-  En este piloto se logró aplicar un envolvente térmico integral en muros y azotea de una vivienda vertical, prestando atención a evitar puentes térmicos entre aislamiento térmico y ventanas de alto desempeño. Esta solución integral con muros de concreto compacto y ventanas muy herméticas resultó en una muy alta hermeticidad de los tres edificios –un resultado que por un lado aumentó mucho el confort térmico en las viviendas pero a la vez, por falta de participación de los usuarios en ventilar regularmente y suficientemente sus viviendas, causó condiciones de baja calidad del aire interior y hasta la formación de moho. Para resolver esta condición insalubre para los usuarios, se instalaron extractores de aire en cada vivienda para garantizar la ventilación necesaria.
-  La aplicación de un sistema solar centralizado de calentamiento de agua para un edificio de diez viviendas fue una solución innovadora para viviendas verticales, sin embargo técnicamente fue problemático. El sistema no opera establemente y quedó por resolverse el esquema de mantenimiento del sistema.
-  La ubicación del conjunto habitacional del piloto –localizado en las afueras del contorno urbano de la ciudad, con poca disponibilidad de transporte e infraestructura básica– provocó que, pese a estar dotadas con mejores características de eficiencia energética, estas viviendas estén parcialmente deshabitadas. Esta situación dejó clara la necesidad de dar una visión integral al desarrollo habitacional; considerar la cercanía y la accesibilidad a los centros de trabajo, servicios y transporte es fundamental para mejorar la calidad de vida de las personas e influye directamente en la decisión de compra de una vivienda.
-  Es necesario mejorar la capacitación del desarrollador inmobiliario y de su equipo de construcción para garantizar la calidad de las medidas implementadas y, en general, de las viviendas. En el caso de este proyecto piloto, durante los cambios en el proceso constructivo se presentaron reclamos sobre la calidad de las viviendas, incluso habiendo considerado las medidas adicionales, que debieron ser ajustadas.



**Desarrolladora:** Grupo Atelier  
**Nombre del proyecto:** Rinconada del Rosario  
**Estado (ubicación):** Jalisco  
**Ciudad o Municipio:** Tonalá  
**Zona Climática:** Templado Subhúmedo  
**Tipología:** Vivienda Vertical  
**Área (m<sup>2</sup>):** 47.67 mt<sup>2</sup>  
**N° Viviendas:** 18

## PROYECTO PILOTO EN GUADALAJARA

La capital de Jalisco y segunda megapólis más poblada de México, Guadalajara, se localiza en el occidente del País. A una altura de aproximadamente 1,500 metros sobre el nivel del mar, el clima de esta ciudad es templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media. En este clima no se usa calefacción y se usa muy poco la refrigeración de las viviendas en la época cálida del año. El potencial de ahorro de energía y mitigación es menor; las medidas NAMA contribuyen a aumentar el confort térmico de los usuarios. El prototipo de vivienda fue adosada de tres niveles, de la categoría de vivienda social-popular de 4 salarios mínimos.

233



Se desarrollaron 18 viviendas de tipología vertical (3 edificios de 3 niveles cada uno), con el objetivo de comparar tres sistemas constructivos con similares cualidades térmicas (tabique extruido multiperforado, bloc de concreto relleno de perlita mineral y bloc de concreto con una pulgada de poliestireno expandido o EPS), además de incluir ventanas y puertas térmicas, así como medidas de tratamiento y ahorro de agua.



Se contó con el apoyo de expertos en temas de eficiencia energética de la Universidad de Guadalajara (UDG) durante el proceso de planeación e implementación de las medidas. Debido al retraso general del proyecto, uno de los desafíos de este piloto (anteriormente planificado con otra desarrolladora inmobiliaria) fue ejecutarlo en el menor tiempo posible, lográndose concluir en ocho meses y alcanzando la mejor calidad posible, con supervisión técnica durante todo el desarrollo de la obra.

## MEDIDAS NAMA APLICADAS Y POTENCIAL DE AHORRO

Medidas	Vivienda NAMA 1	Vivienda NAMA 2	Vivienda NAMA 3
Muros de Block de Cerámica			
Muros de Block de Concreto + 25mm/0,04 EPS			
Muros de Block de Concreto +Relleno de perlita mineral			
Losa de Concreto + 25mm/0,04 XPS			
Losa de Concreto aligerada con perlita mineral			
Ventanas de doble vidrio con cierre hermético			
Puertas aisladas térmicamente y mejora hermética			
Sistema de Filtrado de Agua Lluvia			
Calentadores Solares Individuales			
<b>Ahorro de energía</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>

## CONCLUSIONES

-  Este piloto NAMA se enfoca en implementar distintas soluciones de materiales constructivos para mejorar el desempeño del envolvente térmico del prototipo, aumentando significativamente el confort de los usuarios.
-  Fue posible aprovechar la experiencia obtenida en los otros dos proyectos anteriores, por lo que el proceso de planeación y ejecución fue más rápido, además de que se contó con asistencia técnica constante para asegurar su calidad constructiva.
-  El desarrollador tuvo mayor información y capacitación sobre los sistemas constructivos nuevos que implementó. También brindó retroalimentación de su experiencia para futuros proyectos, además de implementar otras medidas que no fueron planteadas inicialmente (sistema de tratamiento de agua por filtrado, calentadores solares, uso de materiales reciclados, entre otros).
-  Se logró conseguir un patrocinio para dotar a la obra de aislamiento térmico en muros y techos, además del acompañamiento y la capacitación técnica para ejecutar la labor. Por ello, el recurso fue aprovechado para suministrar ventanas con mejores prestaciones térmicas a un bajo costo.
-  La UDG, además de apoyar en la planeación del piloto, realizó mediciones térmicas en las viviendas terminadas, corroborando que las tecnologías planteadas cumplieran con un buen desempeño.

## 4 Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

### ACTIVIDADES DEL MONITOREO

El sistema de monitoreo (MRV), en colaboración con distintas Administraciones Públicas, permitirá conocer los consumos de energía, agua y gas en las viviendas. Esta monitorización se prolongará durante dos años desde la fecha de terminación de las viviendas, y servirá para la comparación entre los distintos tipos de Viviendas NAMA entre sí y con las viviendas de la Línea Base, de consumos, confort y calidad de aire interior de las viviendas, estableciendo los siguientes parámetros de medición y monitoreo:



Consumo  
de agua



Consumo de  
electricidad



Consumo  
de gas

## HERMOSILLO

En Hermosillo se realizará el monitoreo de consumos mensuales de agua, electricidad y gas durante dos años. Además, dado que es la zona bioclimática con mayor impacto en cuanto a temperaturas y confort, se decidió realizar un monitoreo detallado con transmisión remota en línea para cerca de 40 viviendas entre NAMA y referencia, donde se tomarán temperaturas y el porcentaje de humedad interior durante 18 meses, lo cual permitirá notar las diferencias de temperatura interior de las viviendas con y sin medidas y validar las mejoras en el confort interior de las viviendas NAMA.

## MORELIA

Igual que en Hermosillo, en Morelia se monitorearán los consumos mensuales de agua, electricidad y gas durante dos años. Debido a que en Morelia se implementó el primer sistema centralizado de calentamiento solar de agua, es necesario realizar un monitoreo detallado de los consumos de gas con el objetivo de determinar la eficiencia de este sistema respecto a los calentadores solares individuales.

## GUADALAJARA

En este proyecto se realizará el monitoreo sencillo de los consumos de energía, agua y gas tanto de las viviendas NAMA como las de referencia. Con el apoyo de la Universidad de Guadalajara (UDG) se tendrá un análisis detallado de la implementación de las medidas y sus beneficios a corto, mediano y largo plazo.

## ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN

Se realizó una consultoría con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por medio de la Unidad de Investigación Social Aplicada y de Estudios de Opinión (UDES0) del Instituto de Investigaciones Sociales, con el

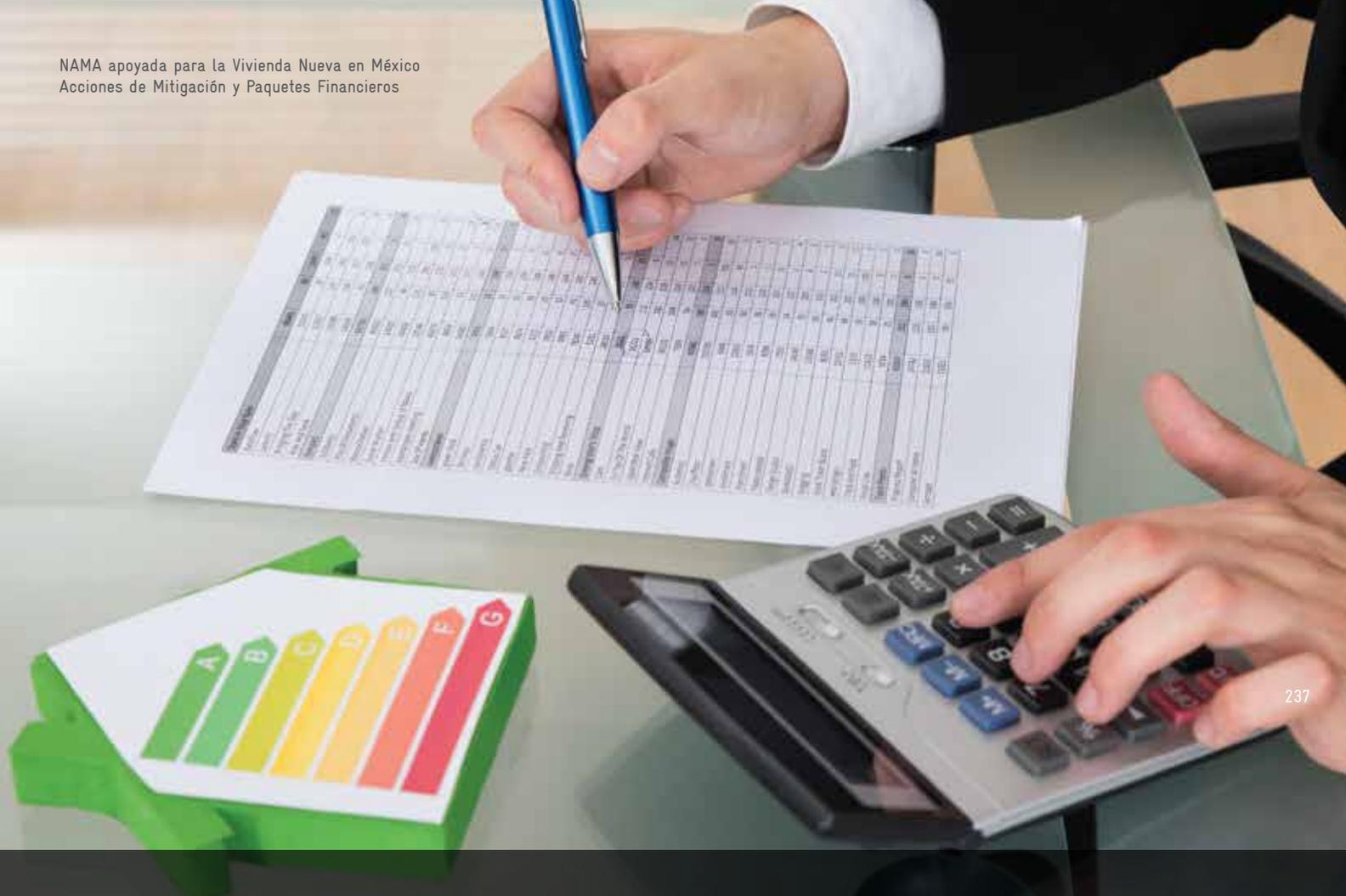
objetivo general de recolectar información que sirva para conocer la percepción y la valorización del derechohabiente respecto a su vivienda.

Para cumplir con este objetivo se diseñaron instrumentos para el levantamiento de la información, unos cuestionarios diseñados para la primera y segunda encuesta, así como el formato diseñado para el registro de la lectura de consumos.

Se hizo una prueba piloto en 5 viviendas ubicadas en Morelia con el objetivo de evaluar el funcionamiento de la versión preliminar del cuestionario así como cada una de las preguntas que lo constituyen, y proponer los cambios necesarios para que sirva para recolectar la información sobre las viviendas construidas con y sin medidas de eficiencia energética (vivienda de proyecto y de referencia, respectivamente).

A la fecha se han realizado dos levantamientos de datos (cada 6 meses posterior a la ocupación de las viviendas) en los proyectos pilotos de Hermosillo y Morelia. Está pendiente el levantamiento de datos en el proyecto piloto de Guadalajara pues aún no se ocupan las viviendas.





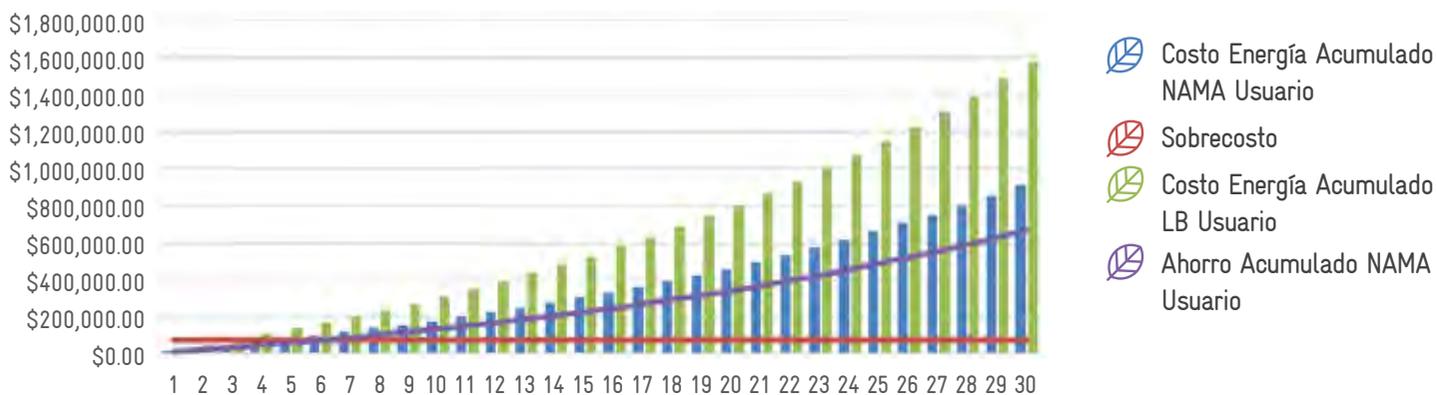
## 5 Costos de las medidas adicionales y tiempos de amortización

En las gráficas se muestra un análisis simplificado tomando en cuenta el costo de la energía y el sobrecosto de las medidas implementadas en las viviendas, con lo que puede

obtenerse el tiempo de amortización y los ahorros proyectados durante la vida útil de la vivienda, tanto para el Gobierno como para el usuario final.

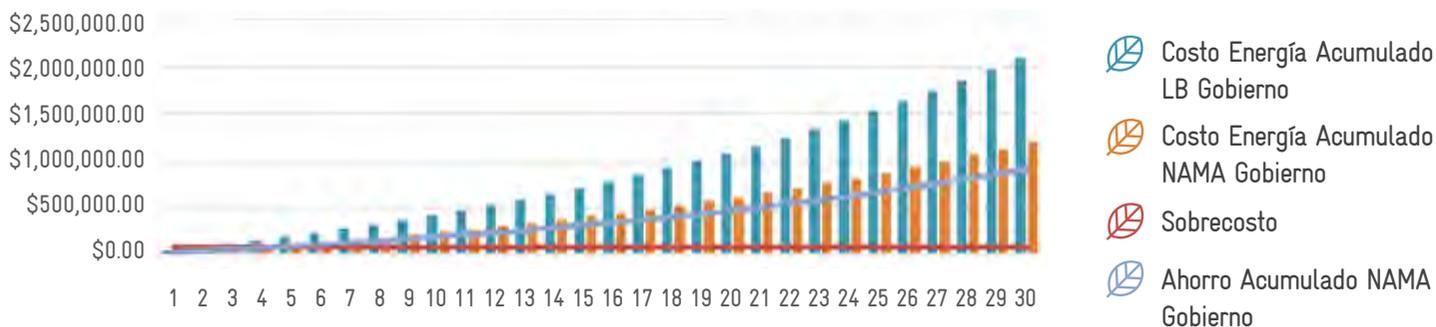
## HERMOSILLO

### Costo-beneficio y amortización de medidas para usuarios de Proyecto Piloto ProNAMA en Hermosillo (Prototipo EC2.1)



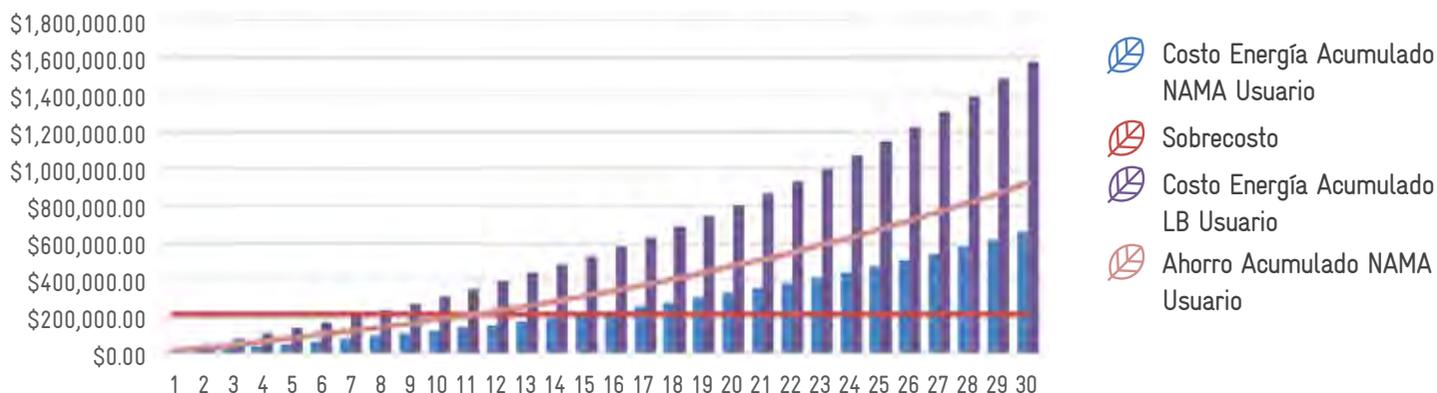
238

### Costo-beneficio y amortización de medidas para el Gobierno por el Proyecto Piloto ProNAMA en Hermosillo (Prototipo EC2.1)



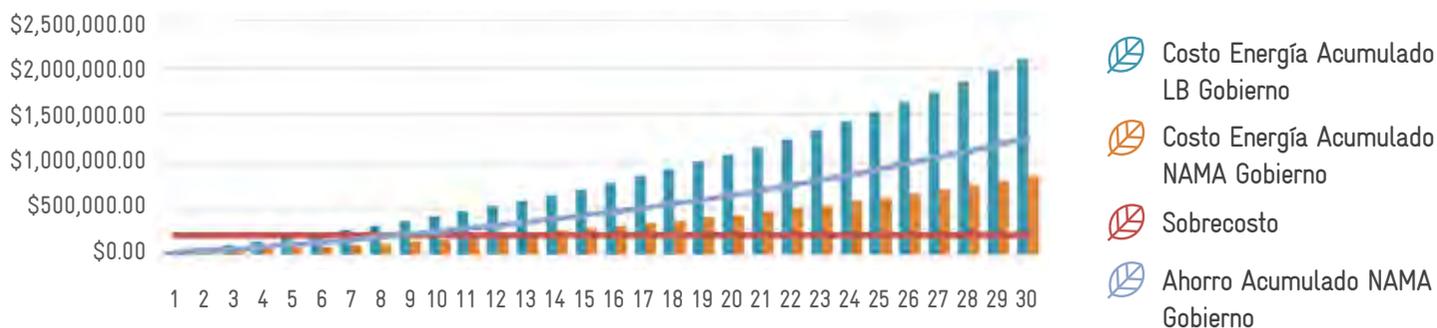
Para el prototipo EC2.1 de Hermosillo, que es el prototipo con menores medidas y menor potencial de ahorro, se concluye que las medidas implementadas se amortizan en 6 años (tiempo que coincide con lo establecido en la Hipoteca Verde como límite para las ecotecnologías individuales), y el ahorro proyectado para el usuario por el costo de la energía sería superior a \$600,000, es decir 1.3 veces el valor de la vivienda original.

### Costo-beneficio y amortización de medidas para usuarios de Proyecto Piloto ProNAMA en Hermosillo (Prototipo EC2.4)



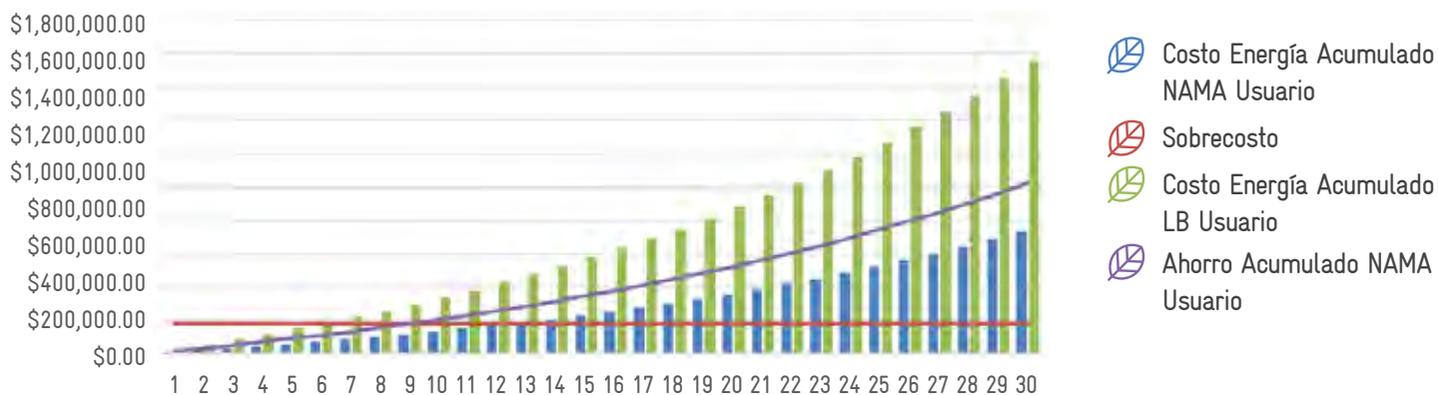
239

### Costo-beneficio y amortización de medidas para el Gobierno por el Proyecto Piloto ProNAMA en Hermosillo (Prototipo EC2.4)



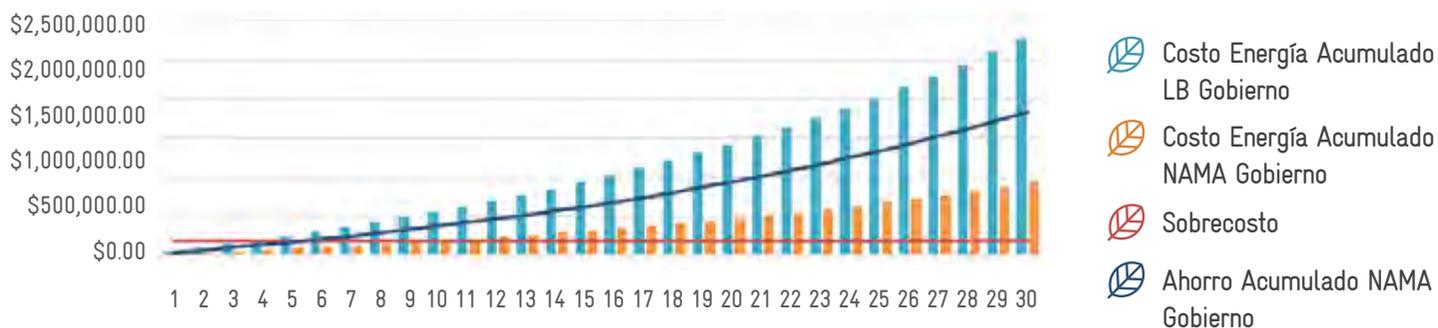
Para el prototipo EC2.4 de Hermosillo, dado que fue un prototipo en el que se implementaron mayores medidas que la versión EC2.1 y además se encontraba en una orientación desfavorable (este-oeste), el tiempo de amortización se extenderá a 11 años; sin embargo, al tener mayores medidas tiene mayor potencial de ahorro de energía, por lo que el ahorro proyectado para el usuario será superior a los \$900,000, que equivale a dos veces el costo de la vivienda original.

### Costo-beneficio y amortización de medidas para usuarios de Proyecto Piloto ProNAMA en Hermosillo (Prototipo EC Max)



240

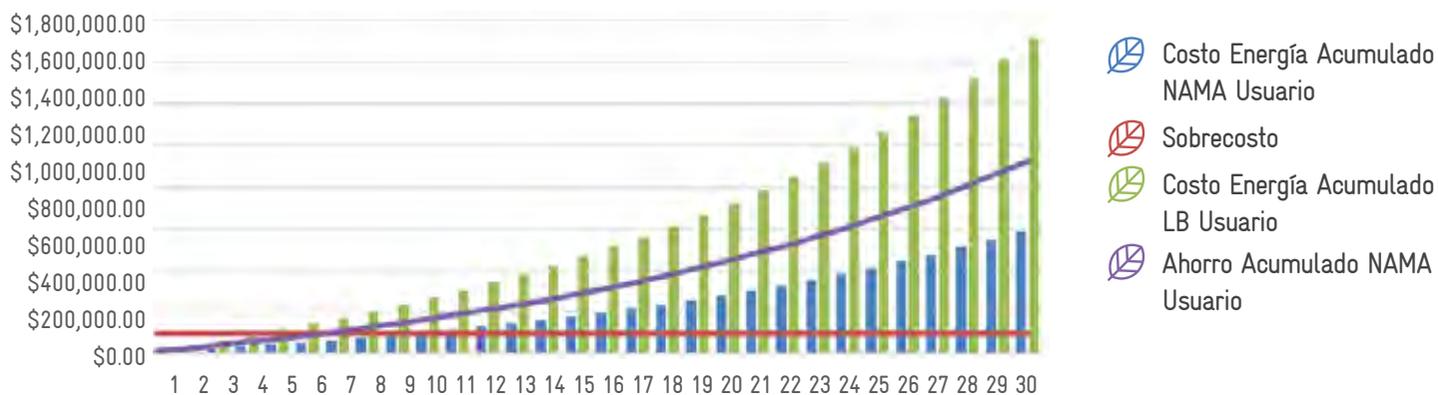
### Costo-beneficio y amortización de medidas para el Gobierno por el Proyecto Piloto ProNAMA en Hermosillo (Prototipo EC Max)



En el prototipo EC MAX, que busca el mayor estándar de eficiencia energética, se muestra un tiempo de amortización de 9 años, y representa un ahorro proyectado para el usuario, por el costo de la energía, de más de \$1.000,000.

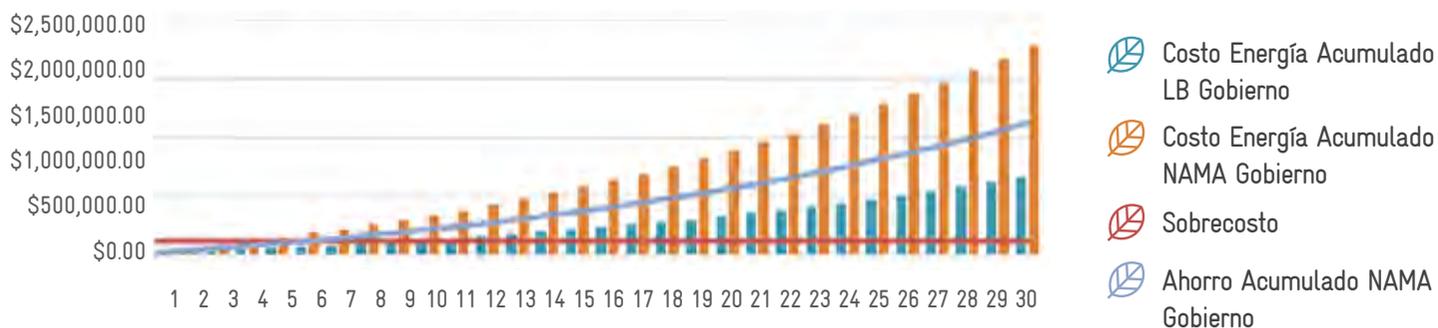
## MORELIA

### Costo-beneficio y amortización de medidas para usuarios de Proyecto Piloto ProNAMA en Morelia (20 viviendas)



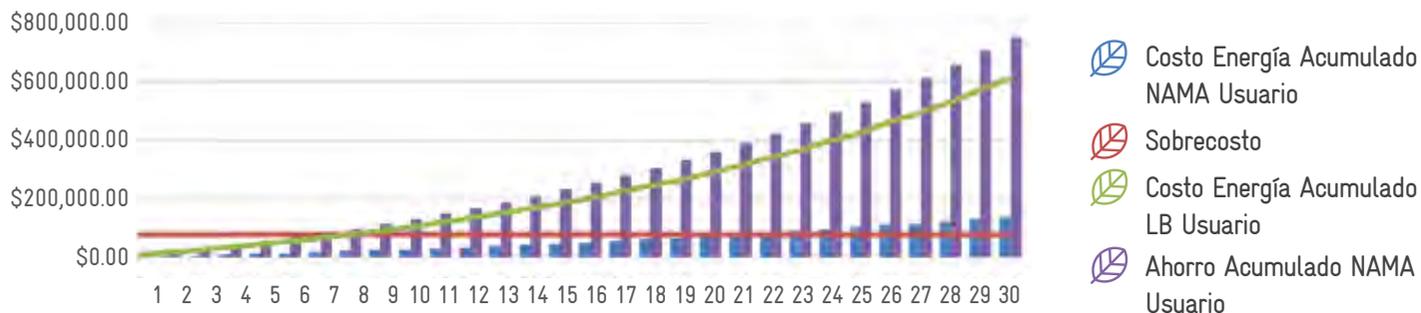
241

### Costo-beneficio y amortización de medidas para el Gobierno por el Proyecto Piloto ProNAMA en Morelia (20 viviendas)



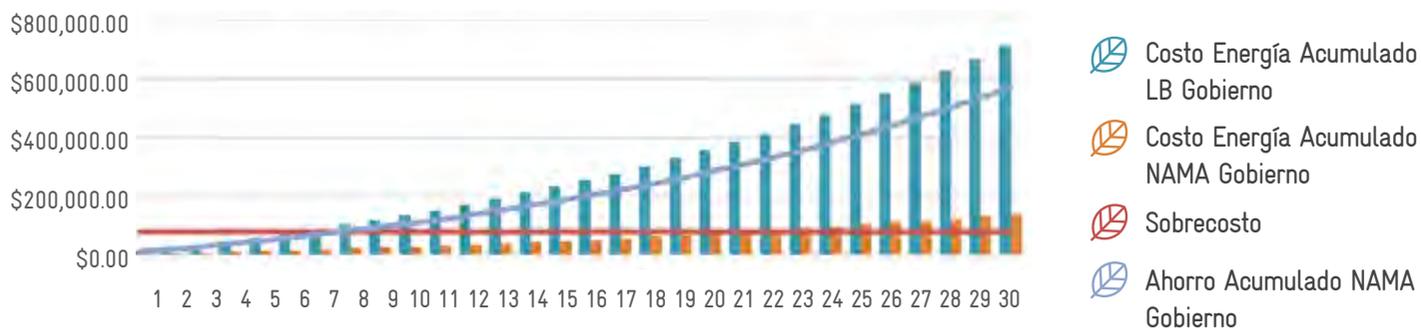
En el proyecto Piloto en Morelia, para el caso de las viviendas que no cuentan con un sistema centralizado de calentamiento solar de agua (SCA), las medidas implementadas se amortizan en 6 años, y se obtiene un ahorro proyectado por el costo de la energía mayor a \$450,000, que equivale a 1.8 veces el valor de la vivienda original.

### Costo-beneficio y amortización de medidas para usuarios de Proyecto Piloto ProNAMA en Morelia (10 viviendas)



242

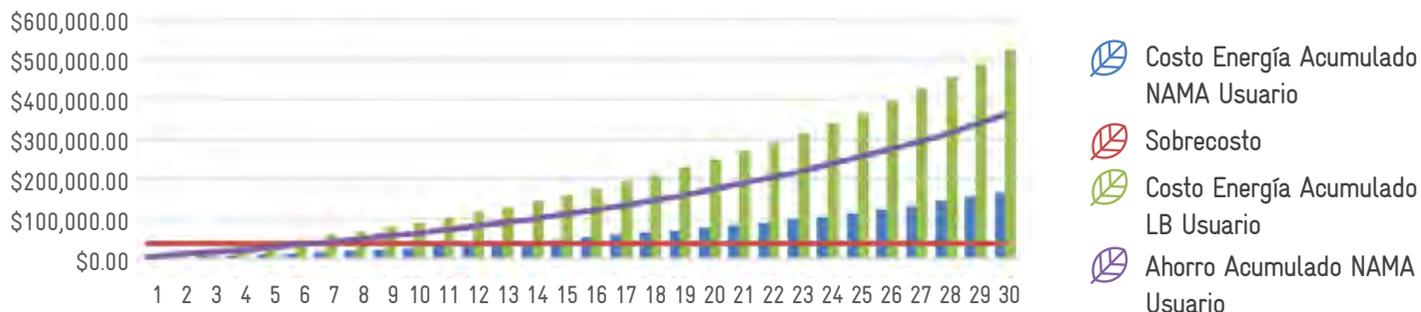
### Costo-beneficio y amortización de medidas para el Gobierno por el Proyecto Piloto ProNAMA en Morelia (10 viviendas)



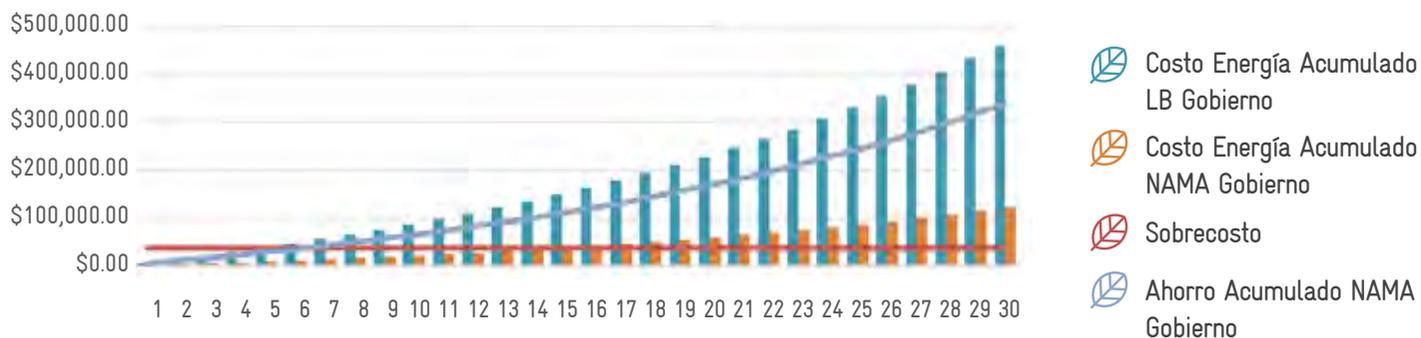
En el caso de las viviendas que cuentan con el sistema centralizado de calentamiento solar de agua (SCA), la inversión fue mayor, por lo que el tiempo de amortización se extendió a 8 años, igual que el potencial de ahorro de energía de estas viviendas, obteniendo un ahorro proyectado superior a los \$600,000, que equivale a 2.4 veces el valor de la vivienda original.

## GUADALAJARA

### Costo-beneficio y amortización de medidas para usuarios de Proyecto Piloto ProNAMA en Guadalajara



### Costo-beneficio y amortización de medidas para el Gobierno por el Proyecto Piloto ProNAMA en Guadalajara



En el proyecto piloto de Guadalajara se implementaron tres materiales constructivos diferentes que alcanzaron un nivel parecido de eficiencia energética, en la gráfica de análisis de los tres edificios se muestra que las medidas implementadas tienen un tiempo de amortización de 6 años y que representan un ahorro proyectado para el usuario mayor a \$350,000 durante la vida útil de la vivienda.



## 6 Conclusiones y lecciones aprendidas

### IMPACTO Y POTENCIAL DE LAS MEDIDAS APLICADAS EN LOS PROYECTOS PILOTO

#### Hermosillo

En general, en el clima extremo de Hermosillo el factor determinante para alcanzar un alto nivel de mitigación es el buen diseño del envolvente térmico de las viviendas, dado que el aislamiento térmico es uno de los componentes que tienen mayor impacto sobre la eficiencia energética, especialmente por el alto uso de equipos de aire acondicionado. Para cambiar de paradigma, en Hermosillo se aplicó una solución alternativa al aislamiento térmico con bloques de concreto celular (el cambio de block de concreto por block de arcilla podría ser otra solución).

Aunque inicialmente considerado, no se usaron calentadores solares de agua en Hermosillo dado que los usuarios únicamente calientan agua durante dos o tres meses al año

durante el invierno. En este clima cálido el resto del año no hay necesidad de calentar el agua.

Es notable la aplicación de equipos de ventilación con recuperación de temperatura. La solución aplicada con unidades de ventilación importadas de Alemania requiere de una evaluación profunda, siendo una solución de bajo costo y alto potencial de replicabilidad en el sector de la vivienda de interés social.

## Morelia y Guadalajara

En los climas templados de Morelia y Guadalajara el potencial de ahorro de energía y de mitigación es mucho menor que en Hermosillo, dado que no se usa calefacción ni enfriamiento en las viviendas. La aplicación de aislamiento térmico y, en el caso de Guadalajara, de bloques con relleno de perlita mineral y bloques de cerámica, aumentan el confort térmico de los usuarios. El ahorro de energía eléctrica y de gas se logra, sobre todo, por el uso de electrodomésticos de alta eficiencia y el uso de energía solar para calentar el agua.

## PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

### Hermosillo

De acuerdo con los ensayos y estudios realizados, se concluye que se han alcanzados niveles de estanqueidad importantes en las viviendas Eco Casa Max y Eco Casa 2.2, aunque el sistema de carpinterías usado no haya sido el más indicado para lograr el objetivo de alta estanqueidad en la edificación. Eco Casa 2.2 ha dado resultados más discretos pero aun así ha mejorado mucho respecto a la Línea Base en muchos aspectos, incluida la estanqueidad. Los resultados de consumos de energía se verán reflejados con el sistema MRV. Mientras que la calidad constructiva (a efectos térmicos) se aprecia desde la entrada a una vivienda NAMA.

### Morelia

Los resultados obtenidos en el ensayo de estanqueidad de la Línea Base fueron muy superiores a los obtenidos en las viviendas NAMA. La diferencia de estanqueidad al aire entre las viviendas NAMA y la Línea Base se encuentra en la calidad de las carpinterías abatibles de PVC, y en el cuidado del sellado de las instalaciones. De especial importancia es la formación (capacitación) a profesionales del sector de la construcción en la ejecución de distintas soluciones constructivas, por ejemplo:



**Colocación de aislamientos.** Las uniones entre los bloques de aislamiento térmico exterior de Poliestireno expandido deben ser selladas con materiales de baja conductividad.



**Colocación de las carpinterías de PVC.** Por prescripción del fabricante, las carpinterías de PVC se colocan de manera flotante, este tipo de unión permite la dilatación del material de la carpintería PVC, muy distinto al material del muro de la fachada.

Como ya fue mencionado en las conclusiones del piloto de Morelia, la alta hermeticidad de las viviendas en Morelia por falta de participación de los usuarios para ventilar regular y suficientemente sus viviendas, causó condiciones de baja calidad del aire interior y hasta la formación de moho. Para resolver esta condición insalubre para los usuarios, se instalaron extractores de aire en cada vivienda para garantizar la ventilación necesaria.



## ANEXOS

### a. Resumen de las simulaciones hechas en DEEVI

#### PROYECTO PILOTO EN HERMOSILLO

Comparison: baseline, ecocasa 1, ecocasa 2 and others										
DEREX, 46 m <sup>2</sup> / 1-level in Hermosillo										
		a		b		c		d		
		baseline concrete		eco casa 1 concrete		eco casa 2 concrete		eco casa 2 concrete		
		single house		single house		single house		duplex		
		no insulation alu windows, single pane n50=>3,0 no solar DHW no shading		insulation 25mm/0,04 just roof alu windows UF=4,5/single pane Ug=5,8 n50=>3,0 no solar DHW no shading		insulation 25mm/0,04 walls+roof pvc windows UF=1,8 Ug=2,7 blowerDoor n50=<1,5 no solar DHW shading 70%		insulation 25mm/0,04 walls+roof pvc windows UF=1,8 Ug=2,7 blowerDoor n50=<1,5 no solar DHW shading 70%		
248	annual heating demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	12	100%	12	96%	0	0%	0	0%
		kWh/a	54	100%	52	96%	32	60%	30	55%
heating load	W/m <sup>2</sup>	92	100%	89	97%	36	39%	32	35%	
	W/m <sup>2</sup>	3483	100%	3379	97%	1374	39%	1215	35%	
cooling demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	307	100%	286	93%	148	48%	132	43%	
cooling load	W/m <sup>2</sup>	120	100%	114	95%	57	48%	52	43%	
	W	4529	100%	4292	95%	2162	48%	1952	43%	
	btu	15461	100%	14653	95%	7382	48%	6665	43%	
overheating	%>25°C	53	100%	53	99%	53	101%	55	103%	
Primary Energy	kWh/(m <sup>2</sup> a)	204	100%	296	145%	259	127%	255	125%	
Total Emissions CO <sub>2</sub> -Equivalent	kg/(m <sup>2</sup> a)	50	100%	71	141%	61	122%	60	120%	
	kg/a	1896	100%	2772	141%	2319	122%	2275	120%	

### Comparison: baseline, ecocasa 1, ecocasa 2 and others

DEREX, 46 m<sup>2</sup>/ 1-level in Hermosillo

		a		e		f		g	
		baseline concrete		eco casa 2 foamblock		eco casa 2 ceramic-block		eco casa 2 ceramic-block	
		single house		single house		single house		duplex	
		no insulation alu windows, single pane n50=>3,0 no solar DHW no shading		insulation 25mm/0,04 roof pvc UF=1,8 Ug=2,7 blowerDoor n50=<1,5 no solar DHW shading 70%		insulation 25mm/0,04 roof pvc UF=1,8 Ug=2,7 blowerDoor n50=<1,5 solar DHW shading 70%		insulation 25mm/0,04 walls+roof pvc windows UF=1,8 Ug=2,7 blowerDoor n50=<1,5 solar DHW shading windows+roof	
annual heating demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	12	100%	0	0%	0	0%	0	0%
	kWh/a	54	100%	27	50%	32	59%	30	58%
heating load	W/m <sup>2</sup>	92	100%	23	25%	36	39%	33	37%
	W/m <sup>2</sup>	3483	100%	883	25%	1361	39%	1246	37%
cooling demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	307	100%	112	36%	154	50%	141	49%
cooling load	W/m <sup>2</sup>	120	100%	42	35%	59	49%	56	49%
	W	4529	100%	1605	35%	2231	49%	2099	49%
	btu	15461	100%	5479	35%	7615	49%	7166	49%
overheating	%>25°C	53	100%	53	100%	54	102%	54	103%
Primary Energy	kWh/(m <sup>2</sup> a)	204	100%	265	130%	270	133%	208	70%
Total Emissions CO <sub>2</sub> -Equivalent	kg/(m <sup>2</sup> a)	50	100%	63	125%	64	128%	50	71%
	kg/a	1896	100%	2367	125%	2422	128%	1892	71%

### Comparison: baseline, ecocasa 1, ecocasa 2 and others

DEREX, 76 m<sup>2</sup> / 2-level in Hermosillo

250

		a		b		c		d	
		baseline concrete		eco casa 1 concrete		eco casa 2 concrete		eco casa 2 concrete	
		single house		single house		single house		duplex	
		no insulation alu windows, single pane n50=>3,0 no solar DHW no shading		insulation 25mm/0,04 just roof UF=1,6/Ug=1,3 n50=>1,5 no solar DHW shading 70%		insulation 25mm/0,04 walls+roof UF=6/Ug=1,3 n50=>1,5 no solar DHW shading 70%		walls-foamblock, insulation roof pvc windows UF=1,6 Ug=1,3 blowerDoor n50=<1,5 no solar DHW shading 70%	
annual heating demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	28	100%	1	5%	0	1%	0	0%
	kWh/a	76	100%	35	46%	31	40%	26	34%
heating load	W/m <sup>2</sup>	102	100%	33	33%	32	31%	24	23%
	W/m <sup>2</sup>	5835	100%	1909	33%	1830	31%	1347	23%
cooling demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	345	100%	146	42%	128	37%	106	31%
cooling load	W/m <sup>2</sup>	131	100%	52	40%	50	38%	40	31%
		7455	100%	2959	40%	2847	38%	2308	31%
	btu	25452	100%	10104	40%	9721	38%	7880	31%
overheating	%>25°C	54	100%	58	108%	60	112%	66	122%
Primary Energy	kWh/(m <sup>2</sup> a)	224	100%	155	69%	152	68%	152	68%
Total Emissions CO <sub>2</sub> -Equivalent	kg/(m <sup>2</sup> a)	55	100%	37	67%	37	66%	36	66%
	kg/a	3161	100%	2129	67%	2088	66%	2080	66%

e		f	
eco casa 2 concrete		Passive House	
duplex		duplex	
insulation 25mm/0,04 just roof pvc windows UF=1,8 Ug=1,3 blowerDoor n50<1,5 solar DHW shading 70%		insulation 25mm/0,04 walls+roof pvc windows UF=0,85 Ug=0,75 blowerDoor n50<0,6 solar DHW shading 70%	
0	0%	0	0%
26	34%	4	5%
23	23%	10	10%
1339	23%	584	10%
94	27%	54	16%
36	28%	18	14%
2299	31%	1056	14%
7850	31%	3605	14%
66	122%	90	155%
152	68%	192	85%
36	66%	47	85%
2080	66%	2674	85%

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA 2.1

ECOCASA 2.2

Características			Características			Características		
Tipología N° Viviendas	Vivienda Adosada 2		Tipología N° Viviendas	Vivienda Adosada 2		Tipología N° Viviendas	Vivienda Adosada 2	
Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida	Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida	Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida
Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34	Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34	Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34
Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85	Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85	Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85
Subtotal	65.23	73.19	Subtotal	65.23	73.19	Subtotal	65.23	73.19
Totales	130.46	146.38	Totales	130.46	146.38	Totales	130.46	146.38
Descripción Edificio			Descripción Edificio			Descripción Edificio		
Niveles	2 (B+1)		Niveles	2 (B+1)		Niveles	2 (B+1)	
Altura	5.52		Altura	5.52		Altura	5.52	
Accesos	Individual		Accesos	Individual		Accesos	Individual	
Vivienda tipo 1, Planta Baja			Vivienda tipo 1, Planta Baja			Vivienda tipo 1, Planta Baja		
Comedor, cocina y baño			Comedor, cocina y baño			Comedor, cocina y baño		
Vivienda tipo 1, Planta Primera			Vivienda tipo 1, Planta Primera			Vivienda tipo 1, Planta Primera		
2 recámaras baño y distribuidor			2 recámaras baño y distribuidor			2 recámaras baño y distribuidor		
Materiales			Materiales			Materiales		
Cimentación	Losas de cimentación concreto 8cm		Cimentación	Losas de cimentación concreto 8cm		Cimentación	Losas de cimentación concreto 8cm	
Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros	
Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado	
Muros	Block concreto ligero		Muros	Block concreto ligero, aisl 25 mm		Muros	Block concreto ligero, aisl 25 mm	
Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno	
Techos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Techos	Viguetas y bovedillas, aisl 25 mm		Techos	Viguetas y bovedillas, aisl 25 mm	
Ventanas	Aluminio anodizado		Ventanas	Aluminio Anodizado		Ventanas	PVC blanco	
Vidrios	Luna flotada 3mm		Vidrios	Luna flotada 3 mm		Vidrios	Doble acristamiento	
Puertas Exteriores	Chapa lacada		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich	
Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones		Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones		Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones	
Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios
Cimentación	5.0380		Cimentación	5.0380		Cimentación	5.0380	
Muros	3.2800		Muros	1.0754		Muros	1,0754	
Muro Mediano	2.0130		Muro Mediano	2.0130		Muro Mediano	2.0130	
Azotea	1.6820		Azotea	0.6555		Azotea	0.6555	
Perfil Ventana	5.5000		Perfil Ventana	5.5000		Perfil Ventana	0.7500	
Vidrios	5.8000		Vidrios	5.8000		Vidrios	1.1000	
Valor g	0.8700		Valor g	0.8700		Valor g	0.3300	
Valor C-S	1.0000		Valor C-S	1.0000		Valor C-S	0.3800	
Uw			Uw			Uw		
Puertas ext Up	1.7540		Puertas ext Up	1.7540		Puertas ext Up	1.7540	

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA 2.1

ECOCASA 2.2

Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI		
D. Calefacción	27 kWh/m2año		D. Calefacción	4 kWh/m2año		D. Calefacción	5 kWh/m2año	
D. Refrigeración	331 kWh/m2año		D. Refrigeración	181 kWh/m2año		D. Refrigeración	144 kWh/m2año	
D.E Primaria	539 kWh/m2año		D.E Primaria	340 kWh/m2año		D.E Primaria	304 kWh/m2año	
Hermeticidad	3.6 1/h		Hermeticidad	1.3 1/h		Hermeticidad	1.3 1/h	
Ahorro Energía	-88%		Ahorro Energía	3%		Ahorro Energía	33%	
Cumple NOM-020	No		Cumple NOM-020	Si		Cumple NOM-020	Si	
Sobrecosto			Sobrecosto			Sobrecosto		
Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI		
Consumo Agua	l/m2		Consumo Agua	221.5 l/m2		Consumo Agua	221.5 l/m2	
Emisiones			Emisiones			Emisiones		
T al año/m2	0.11	T/m2 año	T al año/m2	0.07	T/m2 año	T al año/m2	0.07	T/m2 año
Total en 30 años	449.70	T	Total en 30 años	284.92	T	Total en 30 años	263.01	T
Total en 30 años/vlv	224.85	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	142.46	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	131.50	T/vivienda
Comentarios			Comentarios			Comentarios		
DG	32.00	E	Ahorro Calefacción	85.19%		Ahorro Calefacción	81.48%	
Ahorro Respecto a DI	40.00%		Ahorro Refrigeración	45.32%		Ahorro Refrigeración	56.50%	
Ahorro Respecto a DI	39.00%		Ahorro EP	36.92%		Ahorro EP	43.60%	
Ahorro en Agua	9.00%		Dism. Emisiones CO2	36.64%		Dism. Emisiones CO2	41.51%	
			TCO2 Evitadas 30 años	82.39	por vivienda	TCO2 Evitadas 30 años	93.34	por vivienda
			IDG	49.00	D	IDG	53.00	D
			Ahorro Respecto a DI	69.00%		Ahorro Respecto a DI	75.00%	
			Ahorro Respecto a DI	61.00%		Ahorro Respecto a DI	65.00%	
			Ahorro en Agua	9.00%		Ahorro en Agua	9.00%	

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA 2.3

ECOCASA 2.4

Características			Características			Características		
Tipología N° Viviendas	Vivienda Adosada 2		Tipología N° Viviendas	Vivienda Adosada 2		Tipología N° Viviendas	Vivienda Adosada 2	
Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida	Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida	Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida
Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34	Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34	Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34
Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85	Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85	Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85
Subtotal	65.23	73.19	Subtotal	65.23	73.19	Subtotal	65.23	73.19
<b>Totales</b>	<b>130.46</b>	<b>146.38</b>	<b>Totales</b>	<b>130.46</b>	<b>146.38</b>	<b>Totales</b>	<b>130.46</b>	<b>146.38</b>
<b>Descripción Edificio</b>			<b>Descripción Edificio</b>			<b>Descripción Edificio</b>		
Niveles	2 (B+1)		Niveles	2 (B+1)		Niveles	2 (B+1)	
Altura	5.52		Altura	5.52		Altura	5.52	
Accesos	Individual		Accesos	Individual		Accesos	Individual	
Vivienda tipo 1, Planta Baja Comedor, cocina y baño			Vivienda tipo 1, Planta Baja Comedor, cocina y baño			Vivienda tipo 1, Planta Baja Comedor, cocina y baño		
Vivienda tipo 1, Planta Primera 2 recámaras baño y distribuidor			Vivienda tipo 1, Planta Primera 2 recámaras baño y distribuidor			Vivienda tipo 1, Planta Primera 2 recámaras baño y distribuidor		
Materiales			Materiales			Materiales		
Cimentación	Losa de cimentación concreto 8cm		Cimentación	Losa de cimentación concreto 8cm		Cimentación	Losa de cimentación concreto 8cm	
Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros	
Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado	
Muros	Block concreto ligero		Muros	Hebel 150 mm AAC-4		Muros	Block concreto ligero, aisl 50 mm	
Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Pisos	Hebel 150 mm AAC-3		Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno	
Techos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Techos	Hebel 150 mm AAC-3		Techos	Viguetas y bovedillas, aisl 50 mm	
Ventanas	Aluminio anodizado		Ventanas	PVC blanco		Ventanas	PVC blanco	
Vidrios	Luna flotada 3mm		Vidrios	Doble acristamiento		Vidrios	Doble acristamiento	
Puertas Exteriores	Chapa lacada		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich	
Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones		Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones		Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones	
Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios
Cimentación	5.0380		Cimentación	5.0380		Cimentación	5.0380	
Muros	3.2800		Muros	0.8230		Muros	0.6431	
Muro Mediano	2.0130		Muro Mediano	0.8778		Muro Mediano	2.0130	
Azotea	1.6820		Azotea	0.5866		Azotea	0.4363	
Perfil Ventana	5.5000		Perfil Ventana	0.7500		Perfil Ventana	0.7500	
Vidrios	5.8000		Vidrios	1.1000		Vidrios	1.1000	
Valor g	0.8700		Valor g	0.3300		Valor g	0.3300	
Valor C-S	1.0000		Valor C-S	0.3800		Valor C-S	0.3800	Mas sombreado
Uw			Uw			Uw		
Puertas ext Up	1.7540		Puertas ext Up	1.7540		Puertas ext Up	1.7540	

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA 2.3

ECOCASA 2.4

Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI		
D. Calefacción	27 kWh/m2año		D. Calefacción	3 kWh/m2año		D. Calefacción	4 kWh/m2año	
D. Refrigeración	331 kWh/m2año		D. Refrigeración	129 kWh/m2año		D. Refrigeración	106 kWh/m2año	
D.E Primaria	539 kWh/m2año		D.E Primaria	285 kWh/m2año		D.E Primaria	238 kWh/m2año	
Hermeticidad	3.6 1/h		Hermeticidad	1.3 1/h		Hermeticidad	1.3 1/h	
Ahorro Energía	-88%		Ahorro Energía	36%		Ahorro Energía	49%	
Cumple NOM-020	No		Cumple NOM-020	Si		Cumple NOM-020	Si	
Sobrecosto			Sobrecosto			Sobrecosto		
Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI		
Consumo Agua	l/m2		Consumo Agua	221.5 l/m2		Consumo Agua	221.5 l/m2	
Emisiones			Emisiones			Emisiones		
T al año/m2	0.11	T/m2 año	T al año/m2	0.06	T/m2 año	T al año/m2	0.05	T/m2 año
Total en 30 años	449.70	T	Total en 30 años	246.18	T	Total en 30 años	207.43	T
Total en 30 años/vlv	224.85	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	123.09	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	103.72	T/vivienda
Comentarios			Comentarios			Comentarios		
			Ahorro Calefacción	88.89%		Ahorro Calefacción	85.19%	
			Ahorro Refrigeración	61.03%		Ahorro Refrigeración	67.98%	
			Ahorro EP	47.12%		Ahorro EP	55.84%	
			Dism. Emisiones CO2	45.26%		Dism. Emisiones CO2	53.87%	
			TCO2 Evitadas 30 años	101.76%	por vivienda	TCO2 Evitadas 30 años	121.13%	por vivienda
IDG	32.00	E	IDG	54.00	D	IDG	58.00	C
Ahorro respecto DE	40.00%		Ahorro Respecto a DI	78.00%		Ahorro Respecto a DI	81.00%	
Ahorro respecto DE	39.00%		Ahorro Respecto a DI	68.00%		Ahorro Respecto a DI	73.00%	
Ahorro en agua	9.00%		Ahorro en Agua	9.00%		Ahorro en Agua	9.00%	

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA MAX 1

ECOCASA MAX 2

Características			Características			Características		
Tipología Nº Viviendas	Vivienda Adosada 2		Tipología Nº Viviendas	Vivienda Adosada 2		Tipología Nº Viviendas	Vivienda Adosada 2	
Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida	Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida	Superficies	Sup. Útil	Sup. Construida
Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34	Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34	Tipo1. P Baja (m2)	31.65	35.34
Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85	Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85	Tipo 1. 1º (m2)	33.58	37.85
Subtotal	65.23	73.19	Subtotal	65.23	73.19	Subtotal	65.23	73.19
<b>Totales</b>	<b>130.46</b>	<b>146.38</b>	<b>Totales</b>	<b>130.46</b>	<b>146.38</b>	<b>Totales</b>	<b>130.46</b>	<b>146.38</b>
Descripción Edificio			Descripción Edificio			Descripción Edificio		
Niveles	2 (B+1)		Niveles	2 (B+1)		Niveles	2 (B+1)	
Altura	5.52		Altura	5.52		Altura	5.52	
Accesos	Individual		Accesos	Individual		Accesos	Individual	
Vivienda tipo 1, Planta Baja Comedor, cocina y baño			Vivienda tipo 1, Planta Baja Comedor, cocina y baño			Vivienda tipo 1, Planta Baja Comedor, cocina y baño		
Vivienda tipo 1, Planta Primera 2 recámaras baño y distribuidor			Vivienda tipo 1, Planta Primera 2 recámaras baño y distribuidor			Vivienda tipo 1, Planta Primera 2 recámaras baño y distribuidor		
Materiales			Materiales			Materiales		
Cimentación	Losa de cimentación concreto 8cm		Cimentación	Losa de cimentación + 250 mm aisl.		Cimentación	Losa de cimentación concreto 8cm	
Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros	
Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado	
Muros	Block concreto ligero		Muros	Bloc concreto ligero, aisl 250mm		Muros	Hebel 300 mm AAC-4	
Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Pisos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Pisos	Hebel 150 mm AAC-3	
Techos	Viguetas y bovedillas de poliestireno		Techos	Viguetas y bovedillas, aisl 250 mm		Techos	Hebel 350 mm AAC-3	
Ventanas	Aluminio anodizado		Ventanas	PVC blanco		Ventanas	PVC blanco	
Vidrios	Luna flotada 3mm		Vidrios	Doble acristamineto		Vidrios	Doble acristamineto	
Puertas Exteriores	Chapa lacada		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich	
Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones		Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones		Instalaciones	Electricidad, Agua, Gas, Comunicaciones	
Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios
Cimentación	5.0380		Cimentación	0.1551		Cimentación	0.1551	
Muros	3.2800		Muros	0.1526		Muros	0.4501	
Muro Mediano	2.0130		Muro Mediano	2.0131		Muro Mediano	0.8778	
Azotea	1.6820		Azotea	0.1296		Azotea	0.2714	
Perfil Ventana	5.5000		Perfil Ventana	0.7500		Perfil Ventana	0.7500	
Vidrios	5.8000		Vidrios	1.1000		Vidrios	1.1000	
Valor g	0.8700		Valor g	0.3300		Valor g	0.3300	
Valor C-S	1.0000		Valor C-S	0.3800		Valor C-S	0.3800	
Uw			Uw			Uw		
Puertas ext Up	1.7540		Puertas ext Up	1.7540		Puertas ext Up	1.7540	

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA MAX 1

ECOCASA MAX 2

Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI		
D. Calefacción	27 kWh/m2año		D. Calefacción	0 kWh/m2año		D. Calefacción	0 kWh/m2año	
D. Refrigeración	331 kWh/m2año		D. Refrigeración	77 kWh/m2año		D. Refrigeración	95 kWh/m2año	
D.E Primaria	539 kWh/m2año		D.E Primaria	225 kWh/m2año		D.E Primaria	243 kWh/m2año	
Hermeticidad	3.6 1/h		Hermeticidad	0.9 1/h		Hermeticidad	0.9 1/h	
Ahorro Energía	-88%		Ahorro Energía	75%		Ahorro Energía	59%	
Cumple NOM-020	No		Cumple NOM-020	Si		Cumple NOM-020	Si	
Sobrecosto			Sobrecosto			Sobrecosto		
Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI		
Consumo Agua	l/m2		Consumo Agua	221.5 l/m2		Consumo Agua	221.5 l/m2	
Emisiones			Emisiones			Emisiones		
T al año/m2	0.11	T/m2 año	T al año/m2	0.05	T/m2 año	T al año/m2	0.05	T/m2 año
Total en 30 años	449.70	T	Total en 30 años	196.08	T	Total en 30 años	211.74	T
Total en 30 años/vlv	224.85	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	98.04	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	105.87	T/vivienda
Comentarios			Comentarios			Comentarios		
			Ahorro Calefacción	100.00%		Ahorro Calefacción	100.00%	
			Ahorro Refrigeración	76.74%		Ahorro Refrigeración	71.30%	
			Ahorro EP	58.26%		Ahorro EP	54.92%	
			Dism. Emisiones CO2	56.40%		Dism. Emisiones CO2	52.92%	
			TCO2 Evitadas 30 años	126.81		TCO2 Evitadas 30 años	118.98	por vivienda
D. Calefacción	32.00	E	IDG	60.00	C	IDG	58.00	C
D. Refrigeración	40.00%		Ahorro Respecto a DI	87.00%		Ahorro Respecto a DI	84.00%	
D.E Primaria	39.00%		Ahorro Respecto a DI	74.00%		Ahorro Respecto a DI	72.00%	
Hermeticidad	9.00%		Ahorro en Agua	9.00%		Ahorro en Agua	9.00%	

## PROYECTO PILOTO EN MORELIA

258

		Comparison: baseline, passivhaus, passivhaus+					
		HERSO, 5 level/10 flats in MORELIA					
		a		b		c	
		baseline		passivhaus		passivhaus+	
		no insulation roof just concrete alu window, single pane solar dhw 6 units no airtightness no ventilation hrv		insulation 25mm/0,04 wall+slap roof with beam+insulation pvc windows, Uf=1,6 / Ug=1,3 solar DHW all 10 units blower door test, n50=1,5 no ventilation hrv		insulation 25mm/0,04 walls+roof roof with beam+insulation pvc windows, Uf=0,79 / Ug=0,64 solar DHW 10 units blower door test, n50=0,6 ventilation hrv 80%	
annual heating demand	kWh/(m <sup>2</sup> a)	19	100%	2	8%	1	5%
	kWh/a	269	100%	91	34%	79	29%
heating load	W/m <sup>2</sup>	44	100%	16	35%	14	31%
	W/m <sup>2</sup>	16946	100%	5989	35%	5194	31%
cooling load	W/m <sup>2</sup>	26	100%	13	51%	12	47%
	W	9870	100%	5023	51%	4619	47%
	btu	33697	100%	17149	51%	15770	47%
overheating	%>25°C	0.2	100%	0.0	0%	0.0	0%
Primary Energy	kWh/(m <sup>2</sup> a)	162	100%	99	61%	97	60%
*Total Emissions CO2-Equivalent	kg/(m <sup>2</sup> a)	41	100%	25	61%	24	60%
	kg/a	15555	100%	9490	61%	9325	60%

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA MAX 1

ECOCASA MAX 2

Características			Características			Características		
Tipología	Vivienda Vertical		Tipología	Vivienda Vertical		Tipología	Vivienda Vertical	
Nº Viviendas	10		Nº Viviendas	20		Nº Viviendas	10	
Superficies			Superficies			Superficies		
Tipo1. P Tipo (m2)	Sup. Útil 44.35	Sup. Construida 48.07	Tipo1. P Tipo (m2)	Sup. Útil 44.35	Sup. Construida 48.07	Tipo1. P Tipo (m2)	Sup. Útil 44.35	Sup. Construida 48.07
Totales	443.5	480.7	Totales	443.5	480.7	Totales	443.5	480.7
Descripción Edificio			Descripción Edificio			Descripción Edificio		
Niveles	5		Niveles	5		Niveles	5	
Altura	2.5		Altura	2.5		Altura	2.5	
Accesos	Individual		Accesos	Individual		Accesos	Individual	
Vivienda tipo 1, Planta Tipo			Vivienda tipo 1, Planta Tipo			Vivienda tipo 1, Planta Tipo		
Comedor, cocina y baño			Comedor, cocina y baño, 2 recámaras			Comedor, cocina y baño, 2 recámaras		
2 recámaras			Calentador solar de agua de tubos Evacuados Individuales			Sistema Centralizado de Agua Caliente Solar		
Calentador a Gas								
Materiales			Materiales			Materiales		
Cimentación	Losa de cimentación concreto 20 cm		Cimentación	Losa de concreto 20 cm+10" EPS		Cimentación	Losa de concreto 20 cm+10" EPS	
Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros	
Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado	
Muros	Concreto armado		Muros	Concreto armado, EPS 25 mm		Muros	Concreto armado, EPS 25 mm	
Pisos	Losa de concreto		Pisos	Losa de concreto		Pisos	Losa de concreto	
Techos	Losa de concreto		Techos	Losa de concreto, Poliuretano 50 mm		Techos	Losa de concreto, Poliuretano 50 mm	
Ventanas	Aluminio anodizado		Ventanas	PVC		Ventanas	PVC	
Vidrios	Luna flotada 3mm		Vidrios	Doble vidrio		Vidrios	Doble vidrio	
Puertas Exteriores	Chapa lacada + poliuretano		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich		Puertas Exteriores	PVC Panel sandwich	
Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios
Cimentación	3.2264		Cimentación	0.1502		Cimentación	0.1502	
Muros	3.9330		Muros	1.1373		Muros	1.1373	
Muro Mediano	2.8898		Muro Mediano	2.8898		Muro Mediano	2.8898	
Azotea	3.0033		Azotea	0.3685		Azotea	0.3685	
Perfil Ventana	5.5a000		Perfil Ventana	0.7500		Perfil Ventana	0.7500	
Vidrios	5.8000		Vidrios	1.1000		Vidrios	1.1000	
Valor g	0.8700		Valor g	0.3300		Valor g	0.3300	
Valor C-S	1.0000		Valor C-S	0.3800		Valor C-S	0.3800	
Puertas ext Up	0.8909		Puertas ext Up	0.7500		Puertas ext Up	0.7500	

PROTOTIPO LINEA BASE

ECOCASA MAX 1

ECOCASA MAX 2

Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI				Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI				Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			
D. Calefacción		108 kWh/m2año		D. Calefacción		21 kWh/m2año		D. Calefacción		21 kWh/m2año	
D. Refrigeración		1 kWh/m2año		D. Refrigeración		0 kWh/m2año		D. Refrigeración		0 kWh/m2año	
D.E Primaria		405 kWh/m2año		D.E Primaria		173 kWh/m2año		D.E Primaria		157 kWh/m2año	
Hermeticidad		12.8 1/h		Hermeticidad		2.6 1/h		Hermeticidad		2.6 1/h	
Ahorro Energía		-7%		Ahorro Energía		50%		Ahorro Energía		50%	
Cumple NOM-020		No		Cumple NOM-020		Si		Cumple NOM-020		Si	
Resultados de Cálculos SAAVI				Resultados de Cálculos SAAVI				Resultados de Cálculos SAAVI			
Consumo Agua		221.3 l/m2		Consumo Agua		221.3 l/m2		Consumo Agua		221.3 l/m2	
Emisiones				Emisiones				Emisiones			
T al año/m2	0.09		T/m2 año	T al año/m2	0.04		T/m2 año	T al año/m2	0.04		T/m2 año
Total en 30 años	1,170.84		T	Total en 30 años	505.59		T	Total en 30 años	465.68		T
Total en 30 años/vlv	117.08		T/vivienda	Total en 30 años/vlv	50.56		T/vivienda	Total en 30 años/vlv	46.57		T/vivienda
Comentarios				Comentarios				Comentarios			
				Ahorro Calefacción	80.56%			Ahorro Calefacción	80.56%		
				Ahorro Refrigeración	100.00%			Ahorro Refrigeración	100.00%		
				Ahorro EP	57.28%			Ahorro EP	61.23%		
				Dism. Emisiones CO2	56.82%			Dism. Emisiones CO2	60.23%		
				TCO2 Evitadas 30 años	66.53	por vivienda		TCO2 Evitadas 30 años	70.52	por vivienda	
				IDG	60.00		C	IDG	62		C
				% de ahorro vs BL	83%	DET		% de ahorro vs BL	83%	DET	
					59%	DEP			63%	DEP	
					29%	Consumo de agua			29%	Consumo de agua	
D. Calefacción	21		E	D. Calefacción	21		E	D. Calefacción	21		E
D. Refrigeración	14%	DET		D. Refrigeración	14%	DET		D. Refrigeración	14%	DET	
D.E Primaria	4%	DEP		D.E Primaria	4%	DEP		D.E Primaria	4%	DEP	
Hermeticidad	29%	Consumo de agua		Hermeticidad	29%	Consumo de agua		Hermeticidad	29%	Consumo de agua	

## PROYECTO PILOTO EN GUADALAJARA

### LINEA BASE NAMA

### PROYECTO ORIGINAL

### PROYECTO NAMA

Características			Características			Características		
Tipología	Vivienda Vertical		Tipología	Vivienda Vertical		Tipología	Vivienda Vertical	
Nº Viviendas	12		Nº Viviendas	18		Nº Viviendas	18	
Superficies			Superficies			Superficies		
Tipo1. P Tipo (m2)	Sup. Útil 40.88	Sup. Construida 46.08	Tipo1. P Tipo (m2)	Sup. Útil 42.27	Sup. Construida 47.67	Tipo1. P Tipo (m2)	Sup. Útil 42.27	Sup. Construida 47.67
Totales	490.56	556.96	Totales	760.86	858.06	Totales	760.86	858.06
Descripción Edificio			Descripción Edificio			Descripción Edificio		
Niveles	6		Niveles	3		Niveles	3	
Altura	2.5		Altura	2.5		Altura	2.5	
Accesos	Individual		Accesos	Individual		Accesos	Individual	
Vivienda tipo 1, Planta Tipo			Vivienda tipo 1, Planta Tipo			Vivienda tipo 1, Planta Tipo		
Comedor, cocina y baño			Comedor, cocina y baño, 2 recámaras			Comedor, cocina y baño, 2 recámaras		
2 recámaras			Calentador de gas			Calentador de gas		
Calentador a Gas								
Materiales			Materiales			Materiales		
Cimentación	Losa de cimentación concreto 10 cm		Cimentación	Losa de concreto 15 cm		Cimentación	Losa de cimentación concreto 20 cm	
Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros		Saneamiento	PVC enterrado y oculto en muros	
Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado		Estructura	Concreto armado	
Muros	Concreto armado		Muros	Block de Concreto		Muros	Concreto armado	
Pisos	Losa de concreto		Pisos	Losa de concreto		Pisos	Losa de concreto	
Techos	Losa de concreto		Techos	Losa de concreto		Techos	Losa de concreto	
Ventanas	Aluminio anodizado		Ventanas	Aluminio Anodizado		Ventanas	Aluminio Anodizado	
Vidrios	Luna flotada 3mm		Vidrios	Luna flotada 3mm		Vidrios	Luna flotada 3mm	
Puertas Exteriores	Chapa lacada + poliuretano		Puertas Exteriores	Chapa lacada + poliuretano		Puertas Exteriores	Chapa lacada + poliuretano	
Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios	Valores U	(W/m2k)	Comentarios
Cimentación	4.3962		Cimentación	3.9031		Cimentación	3.3760	
Muros	3.9484		Muros	3.2905		Muros	1.0660	
Muro Mediano	2.8891		Muro Mediano	2.5317		Muro Mediano	2.5320	
Azotea	4.1103		Azotea	4.1103		Azotea	0.8590	
Perfil Ventana	5.5000		Perfil Ventana	5.5000		Perfil Ventana	0.7200	
Vidrios	5.6000		Vidrios	5.6000		Vidrios	1.1000	
Valor g	0.8700		Valor g	0.8700		Valor g	0.5600	
Valor C-S	1.0000		Valor C-S	1.0000		Valor C-S	0.6400	
Puertas ext Up	2.5000		Puertas ext Up	2.4073		Puertas ext Up	2.4073	

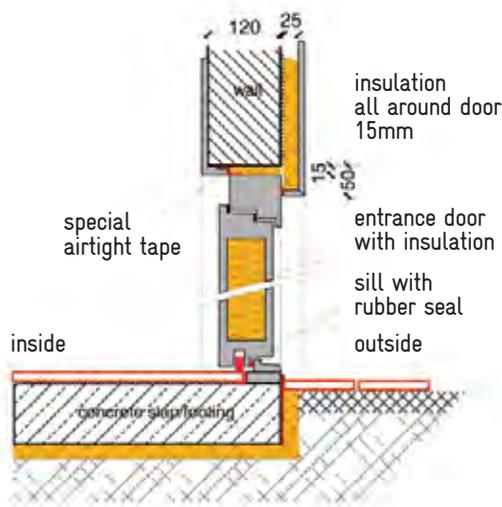
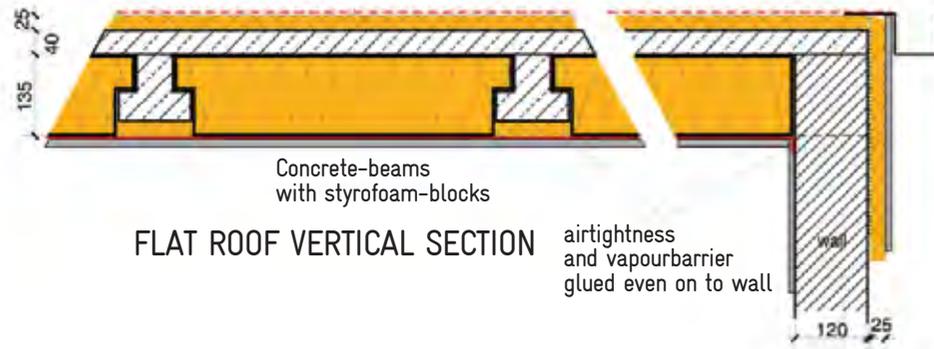
### LINEA BASE NAMA

### PROYECTO ORIGINAL

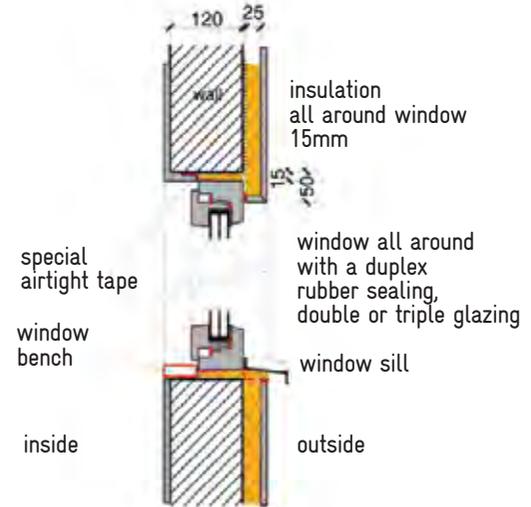
### PROYECTO NAMA

Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI			Resultados de Cálculos Línea Base DEEVI		
D. Calefacción	19 kWh/m2año		D. Calefacción	16 kWh/m2año		D. Calefacción	1 kWh/m2año	
D. Refrigeración	103 kWh/m2año		D. Refrigeración	112 kWh/m2año		D. Refrigeración	41 kWh/m2año	
D.E Primaria	304 kWh/m2año		D.E Primaria	298 kWh/m2año		D.E Primaria	149 kWh/m2año	
Hermeticidad	5 1/h		Hermeticidad	17 1/h		Hermeticidad	3.4 1/h	
Ahorro Energía	-67%		Ahorro Energía	-93%		Ahorro Energía	7%	
Cumple NOM-020	No		Cumple NOM-020	No		Cumple NOM-020	Si	
Sobrecosto			Sobrecosto			Sobrecosto		
Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI			Resultados de Cálculos SAAVI		
Consumo Agua	245 l/m2		Consumo Agua	245 l/m2		Consumo Agua	245 l/m2	
Emisiones			Emisiones			Emisiones		
T al año/m2	0.07	T/m2 año	T al año/m2	0.07	T/m2 año	T al año/m2	0.03	T/m2 año
Total en 30 años	1,000.74	T	Total en 30 años	1,483.68	T	Total en 30 años	730.43	T
Total en 30 años/vlv	83.40	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	82.43	T/vivienda	Total en 30 años/vlv	40.58	T/vivienda
Comentarios			Comentarios			Comentarios		
			Ahorro Calefacción	15.79%		Ahorro Calefacción	94.74%	
			Ahorro Refrigeración	-8.74%		Ahorro Refrigeración	60.19%	
			Ahorro EP	1.97%		Ahorro EP	50.99%	
			Dism. Emisiones CO2	1.16%		Dism. Emisiones CO2	51.34%	
			TCO2 Evitadas 30 años	0.97	por vivienda	TCO2 Evitadas 30 años	42.82	por vivienda
D. Calefacción	16	E	IDG	14	C	IDG	42	C
D. Refrigeración	12%	DET	Ahorro Respecto a DI	-1%	DET	Ahorro Respecto a DI	67%	DET
D.E Primaria	28%	DEP	Ahorro Respecto a DI	30%	DEP	Ahorro Respecto a DI	65%	DEP
Hermeticidad	0%	Consumo de agua	Ahorro en Agua	0%	Consumo de agua	Ahorro en Agua	0%	Consumo de agua

## b. Detalles Constructivos

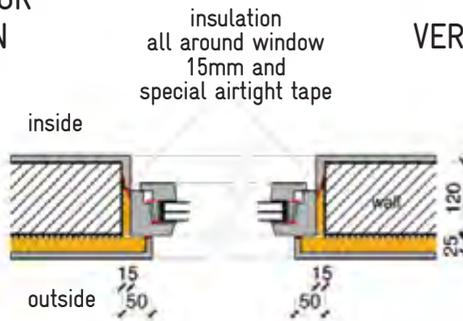


**FLOOR SLAP/DOOR VERTICAL SECTION**



**WINDOW VERTICAL SECTION**

**WINDOW OR DOOR HORIZONTAL SECTION**  
 window all around with a duplex rubber sealing, double or triple glazing



All measures mm  
 details 1:10  
 M. Brausem Architekt  
 Köln 12.1.2013

## c. Especificaciones Técnicas

### Pantalla para ventanas / SOLAR SCREEN

Red (screen) parcialmente traslúcida, gris oscuro, 70% solar screen (70% de reducción de radiación solar), extendido sobre un marco de aluminio correspondiente, las medidas ajustadas individualmente a la ventana o batiente, inclusive material de fijación, producción, entrega y montaje.

Montaje: en los batientes o marcos de ventana se hacen del lado exterior 4 perforaciones (en batientes grandes también pueden ser 6 a 8 puntos de sujeción) y se insertan unos casquillos roscados. Los marcos prefabricados de las pantallas se colocan desde afuera y sujetan con tornillos en las perforaciones preparadas. De esta forma las pantallas están unidas a las ventanas, pero se pueden desmontar, almacenar y volver a montar en cualquier ocasión. En aquellas ventanas que son accesibles desde afuera, la pantalla se puede fijar en el marco – entonces se pueden abrir las ventanas hacia adentro para ventilar. En ventanas que no tienen acceso desde afuera (plantas superiores), la pantalla se debería fijar en el marco del batiente de la ventana – así se abren con estos y pueden montarse y desmontarse desde adentro.

**Fabricante:** Phifer Screens

**Producto:** SOLAR INSECT SCREEN, Bronce, 70% solar screen



## Ventilador descentralizado con recuperación de calor/ ventilador Bavaria

Ventilador descentralizado con recuperación de calor. Carcasa compacta de 30 x 40 x 10 cm. Control continuo a través de una pantalla sensible al tacto en la parte frontal del aparato, ventiladores eficientes de 12 Volt de última generación con tecnología Winglet, control de sistema anticongelamiento Frostschutz-Regelung automatizado con sensores, un temporizador integrado permite coordinar el ciclo diario entre ventilación básica e intensiva (p.ej. habitación con ligera ventilación en la noche y ventilación intensa durante el día), la ventilación intensiva también se puede activar con un botón (p.ej. sanitario, baño, cocina), el temporizador cuenta con una batería de litio CR2032 para respaldo en caso de apagones.

Montaje: En interiores sobre una pared externa, según planos, 1 ventilador por habitación.

### Artículo: BV-WRG-C

Medidas	40x30x10cm
Eficiencia	hasta 90%
Diámetro exterior del tubo de ventilación	50 mm
Regulación	continua
Flujo de aire	5 - 20 m <sup>3</sup> /h
Nivel de presión sonora	22 - 38 dBA
Standby	< 0.5 Watt
Consumo de energía (incluye el sistema anticongelamiento)	1.5 a 6 Watt



Fabricante: BAVARIAVENT UG&Co.KG Landshuter Str. 6, 84056  
Rottenburg, Deutschland  
Tel.0049-(0)8781-529442 / e-mail: info@bayernluft.de  
Internet: www.bayernluft.de

## Adaptador de corriente de 12V empotrado

Este adaptador empotrado se utiliza para manejar el suministro de corriente oculto tras el ventilador Bavaria. Desde la fase de construcción se coloca en la pared una caja empotrada (como para un contacto) con conexión de 110 V. En la caja se instala el adaptador. Después del montaje, el adaptador quedará oculto por el ventilador Bavaria. Un cable corto de 12 V conecta con la parte posterior del ventilador Bavaria.

Primaria:	110 V AC
Secundaria:	12 V DC
Máxima:	12 W
Artículo:	BV-UPU-2



## Lu.po.Therm Empaque aislante térmico

Empaque aislante multicapa con alto grado de reflexión de infrarrojo, disponible en rollo con las siguientes características:

8 capas de plástico burbuja con estructura hexagonal con absorción reducida, y

5 capas de plástico HD-PE (High Density Polyethylen = polietileno de alta densidad) metalizado de alta densidad, reflexión de infrarrojo efectiva (reflexión de infrarroja hasta 98%) con baja emisión propia.

Bordes de los empaques térmicos completamente soldados. Debido a la unión reticular con hilos terminales en T, se obtiene la cara exterior abierta a la difusión, pero el interior bloquea el vapor.

Aislamiento contra radiación electromagnética, ondas y campos en todo el rango de frecuencia, especialmente para radiación pulsada.

Materiales libres de alérgenos, de materias primas naturales, amigables al contacto con la piel y sin riesgo fisiológico.

Seguridad contra incendio = B2, con inhibidor de flamas libre de halógeno.

Colocación sobre montura de madera cruzada de 3 x 5cm, con 10 – 15mm de margen con las piezas colindantes, sin carga de presión (excepto en los puntos de cruce de la montura).

Primer plano de montura 3x5cm horizontal con una distancia de 72cm, sobre éste se coloca el Lu.po.Therm.

Segundo plano de montura 3.5cm vertical, con una distancia de 62.5cm, también como base para el revestimiento de la fachada.

El pegado aislante de las juntas y en las uniones con la mampostería es con una cinta adhesiva especial.

Autorizado por el DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik/ Berlin = Instituto Alemán para Tecnología de la Construcción) no. Z-23.11-1463 (vigente hasta 31/03/2006)  
Autorización Técnica Europea ETA-12/0080 (vigente hasta 25/07/2017).

Grosor:	30 mm
Ancho del rollo	150cm
Longitud del rollo	12,5 m
Peso/ superficie:	aprox. 430 g/m <sup>2</sup>
Valor Lambda equivalente:	0,003 W/mK



Fabricante:  
LPS – GmbH  
Gewerbering 1  
A-5144 Handenberg, Österreich  
Tel.:0043-7728-6261  
Correo electrónico: wilfried.jung@lps-gmbh.com  
www.lps-gmbh.com

## Puerta de calle mejorada para eco casa 2

**Construcción:** Puerta con marco con perfiles térmicos mejorados.

**Material:** Plástico blanco, PVC modificado, dureza U-D-E, resistente a los rayos UV, resistente a deformación por calor, resistencia a la descomposición y caducidad.

**Perfil:** Perfil multicámara con doble acanaladura y al menos dos niveles de empaquetamiento.

**Empaque:** empaque duradero de etileno propileno dieno (EPD) tipo M en dos niveles, en la zona del umbral al menos 1 nivel.

**Relleno de la puerta:** Relleno aislante de poliuretano, pegado herméticamente tanto a la hoja de PVC interna como la externa y a la moldura.

**Guarnición:** de tres bandas, ajustable en tres dimensiones, cerrojo de triple cilindro.

**Umbral de la puerta** de altura máx. de 20mm, pieza de aluminio térmicamente independiente, con canto de contacto para un aislamiento de todo el borde. Cerradura cilíndrica y guarnición de seguridad.

### Instalación

- Unión hermética en los cuatro lados a la construcción en obra negra
- Aislamiento en los cuatro lados entre marco y mampostería, por ej. con espuma de poliuretano
- El canto externo del marco debe estar al ras con el canto externo de la mampostería
- Encintado hermético de los cuatro lados con cinta adhesiva permanente
- Encintado de difusión abierta en la cara exterior de los cuatro lados con cinta selladora de butil

Debido a que se debe alcanzar una hermeticidad de  $n50=1.5$ , debe estar presente un instalador para hacer la prueba Blower-Door-Test, para poder hacer inmediatamente los ajustes necesarios.

La puerta de calle debe presentar un valor  $U_d$  (valor de aislamiento térmico de puerta) de aprox.  $1.5W/(m^2K)$ .

**Producto:** por ej. Schüco Corona CT70 puerta de calle  
**Proveedor en México:** Franz Gerhard, [www.therval.com](http://www.therval.com), Nogales



## Ventana mejorada para eco casa 2

**Construcción:** Marco y batiente de perfil térmico mejorado

**Material:** Plástico blanco, PVC modificado, dureza U-D-E, resistente a los rayos UV, resistente a deformación por calor, resistencia a la descomposición y caducidad.

**Perfil:** Perfil multicámara con doble acanaladura y al menos dos niveles de empaquetamiento.

**Empaque:** empaque duradero de etileno propileno dieno tipo M en dos niveles.  
**Guarniciones:** cerrojos con cabeza de hongo seguros contra desarticulación de la ventana, cerrojo de giro a una mano, con bloqueo contra mala operación y elevador de batientes, fabricante alemán.

**Valor de aislamiento térmico** = 1.0 a 1.2 W/m<sup>2</sup>K

### Acristalamiento

Acristalamiento de dos cristales, 4-16-4mm, vidrio aislante con cubierta especial en posición 2 y 5 y relleno de gas argón unión térmica de los bordes entre los cristales, por ej. Thermix.

Valor de paso de energía > 50%

Valor de aislamiento térmico = 1.0 a 1.3 W/m<sup>2</sup>K

### Instalación:

- Unión hermética en los cuatro lados a la construcción en obra negra
- Bastidor aislante en los cuatro lados de 20mm de aislante 0.20-0.30 W/mK entre marco y mampostería
- El canto externo del marco debe estar al ras con el canto externo de la mampostería
- Encintado hermético de los cuatro lados con cinta adhesiva permanente
- Encintado de difusión abierta en la cara exterior de los cuatro lados con cinta selladora de butil

Debido a que se debe alcanzar una hermeticidad de  $n_{50}=1.5$ , debe estar presente un instalador para hacer la prueba Blower-Door-Test, para poder hacer inmediatamente los ajustes necesarios.

La ventana debe presentar un valor  $U_w$  (valor de aislamiento térmico de ventana) de aprox. 1.5W/(m<sup>2</sup>K).

Producto: por ej. Schüco Corona CT70, Proveedor en México: Franz Gerhard, [www.therval.com](http://www.therval.com), Nogales



## Puerta de calle para Passivhaus

**Construcción:** puerta de marco con perfiles de alto aislamiento térmico.  
**Material:** Plástico blanco, PVC modificado, dureza U-D-E, resistente a los rayos UV, resistente a deformación por calor, resistencia a la descomposición y caducidad.

**Perfil:** perfil multicámara con sistema de sellado con doble junta.  
**Empaque:** empaque duradero de etileno propileno dieno tipo M en tres niveles, en la zona del umbral al menos 1 nivel.

**Relleno de la puerta:** Relleno multicapa aislante de poliuretano, pegado herméticamente tanto a la hoja de PVC interna como la externa y a la moldura.  
**Guarnición:** de tres bandas, ajustable en tres dimensiones, cerrojo de triple cilindro.

Umbral de la puerta de altura máx. de 20mm, pieza de aluminio térmicamente independiente, con canto de contacto para un aislamiento de todo el borde.  
Cerradura cilíndrica y guarnición de seguridad.

Ud (valor de aislamiento térmico de puerta) =  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .



**Instalación:**

- Unión hermética, adecuada para passivhaus, en los cuatro lados a la construcción en obra negra
- Bastidor aislante en los cuatro lados de 20mm de aislante  $0.32 \text{ W}/\text{mK}$  entre marco y mampostería
- El canto externo del marco debe estar al ras con el canto externo de la mampostería
- Encintado hermético de los cuatro lados con cinta adhesiva permanente
- Encintado de difusión abierta en la cara exterior de los cuatro lados con cinta selladora de butil

Debido a que la hermeticidad es una característica determinante de un passivhaus, debe estar presente un instalador para hacer la prueba Blower-Door-Test, con el fin de hacer inmediatamente los ajustes necesarios.

Producto: por ej. Schüco Corona SI 82 puerta de calle  
Proveedor en México: Franz Gerhard, [www.therval.com](http://www.therval.com), Nogales

## Ventana para passivhaus / Marco y batiente

**Construcción:** Marco y batiente de perfil de alto aislamiento térmico

**Material:** Plástico blanco, PVC modificado, dureza U-D-E, resistente a los rayos UV, resistente a deformación por calor, resistencia a la descomposición y caducidad.

**Perfil:** perfil multicámara con sistema de sellado con doble junta.

**Empaque:** empaque duradero de etileno propileno dieno tipo M en tres niveles en los cuatro lados.

**Guarniciones:** cerrojos con cabeza de hongo seguros contra desarticulación de la ventana, cerrojo de giro a una mano, con bloqueo contra mala operación y elevador de batientes, fabricante alemán.

**Valor de aislamiento térmico** = 0.6 a 0.7 W/m<sup>2</sup>K

### Acristalamiento

Acristalamiento de tres cristales, 4-16-4-16-4mm, vidrio aislante con cubierta especial en posición 2 y 6 y relleno de gas argón unión térmica de los bordes entre los cristales, por ej. Thermix.

Valor de paso de energía > 50%

Valor de aislamiento térmico = 0.6 a 0.7 W/m<sup>2</sup>K

### Instalación:

- Unión hermética, adecuada para passivhaus, en los cuatro lados a la construcción en obra negra
- Bastidor aislante en los cuatro lados de 20mm de aislante 0.25-0.3 W/mK entre marco y mampostería
- El canto externo del marco debe estar al ras con el canto externo de la mampostería
- Encintado hermético de los cuatro lados con cinta adhesiva permanente
- Encintado de difusión abierta en la cara exterior de los cuatro lados con cinta selladora de butil

Debido a que la hermeticidad es una característica determinante de un passivhaus, debe estar presente un instalador para hacer la prueba Blower-Door-Test, con el fin de hacer inmediatamente los ajustes necesarios.

Producto: por ej. Schüco Corona SI 82, proveedor en México: Franz Gerhard, [www.therval.com](http://www.therval.com), Nogales



## Comentarios sobre el passivhaus

271

Este tipo de construcción es energéticamente eficiente, según los últimos conocimientos. Se debe alcanzar el estándar de passivhaus. Por esto, todos los trabajos deben hacerse siguiendo las condiciones especiales. La cubierta de la construcción no puede ser atravesada o dañada. Toda perforación inevitable del cascarón de la construcción deben llevarse a cabo de tal forma que la hermeticidad se pueda restablecer sin ningún problema. Todo trabajo que recubra la hermeticidad sólo puede llevarse a cabo tras aprobación obligatoria de la dirección de obras.

La hermeticidad se logra con el encalado interno. Toda pieza o instalación montada en la pared sólo puede instalarse una vez que el encalado está completamente acabado. Esto se refiere particularmente en el caso de las ventanas al encalado del cuerpo de las ventanas.

La ventana instalada debe presentar un valor  $U_w$  (valor de aislamiento térmico de ventana) = 0.80 W/(m<sup>2</sup>K).

## Sistemas adhesivos para la hermeticidad y calafateado del cascarón de la construcción

Para construir edificios herméticos tienen que llevarse a cabo todas las uniones de los elementos herméticos con gran exactitud. En el exterior se tiene que aislar el cascarón particularmente contra viento y humedad. Esencialmente se trata de las siguientes uniones:

- Empaque a mampostería/ concreto
- Empaque a empaque en interiores
- Empaque a empaque en exteriores
- Ventana/ puerta a mampostería/ concreto en interiores
- Ventana/ puerta a mampostería/ concreto en exteriores
- Placas de OSB paquete
- Placas de OSB a mampostería/ concreto
- Puntos de penetración ducto/ tubería/ cable in interiores
- Puntos de penetración ducto/ tubería/ cable en exteriores

272

### Herramientas

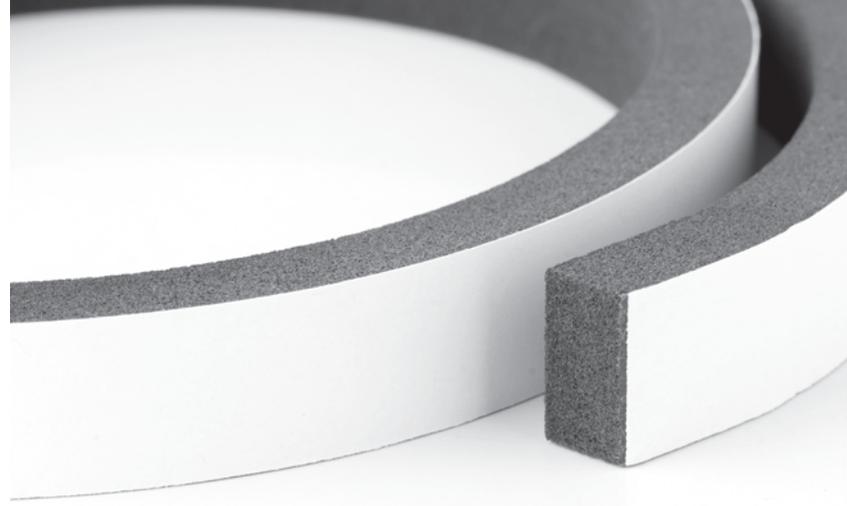
También es importante el uso de las herramientas adecuadas, ya que, por experiencia, de lo contrario no se puede lograr un trabajo limpio y rápido. Este dispensador es extremadamente eficiente

En este contexto ofrece SIGA los sistemas y materiales óptimos y largamente probados, ver [www.siga.ch](http://www.siga.ch), también en inglés. Poner atención también a los instructivos de uso.



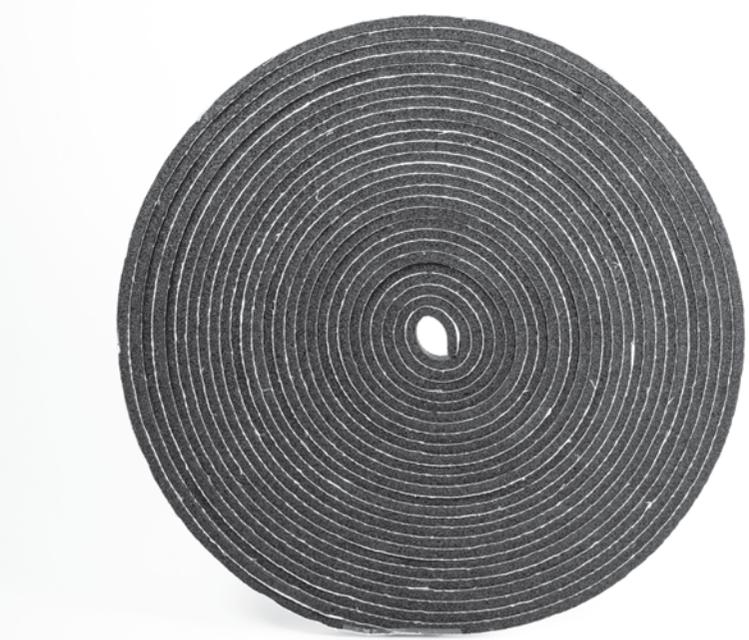
## Empaque a mampostería

Los empaques nunca se pueden pegar directo a la mampostería. Primero tiene que estar completamente enlucida, ya que en la mampostería sólo el enlucido interno es la capa hermética. Para unir empaques de cualquier tipo al enlucido interno, la solución óptima es SIGA PRIMUR (cinta azul).



## Empaque a empaque en interiores

Los empaques deben colocarse en el área de contacto siempre con un solapamiento de 10cm. El pegado hermético se tiene que llevar a cabo sobre una superficie lisa y libre de polvo. Para estos pegados en interiores, la solución ideal es SICA Sicrall (cinta adhesiva amarilla).



## Empaque a empaque en exteriores

Las uniones de empaques en exteriores están sometidas a desgastes particulares: clima, cambios de temperatura, presión y succión, radiación ultravioleta. Para estos pegados en exteriores la solución óptima es SIGA WIGLUV (cinta adhesiva gris).

## Ventana/puerta a mampostería concreto en interiores

Puertas y ventanas deben unirse herméticamente por todos los lados a la mampostería. La cinta adhesiva especial tiene que pegarse sobre el enlucido y cubrirse con una capa más del enlucido. Como alternativa se puede usar una cinta adhesiva perforada, la cual se pega directo sobre la mampostería y después se recubre con el enlucido. Para estos pegados en interiores la solución óptima es SIGA Fentrim 20 (cinta adhesiva blanca con perforación).

## Ventana/puerta a mampostería concreto en exteriores

Puertas y ventanas también tienen que unirse por el exterior herméticamente a la mampostería en todos sus lados. La cinta adhesiva especial se pega sobre la mampostería/ concreto y se recubre con el enlucido. Para estos pegados en exteriores la solución óptima es SIGA Fentrim 2 (cinta adhesiva negra con perforación).

## OSB a mampostería en interiores

Cuando se deben unir placas de OSB o materiales de placas similares a la mampostería/ concreto, la superficie de pegado debe estar libre de polvo. Mampostería y superficies de concreto deben estar lisas, sin piedras, bordes o irregularidades. Después se prepara con el primer DOCKSKIN. Una vez seco, se puede colocar la cinta adhesiva. Para este pegado en interiores la solución óptima es SIGA RISSAN (cinta adhesiva verde).



### Perforaciones en interiores:

Cuando tuberías y conductos atraviesan la hermeticidad del cascarón del edificio, estos puntos tienen que ser sellados cuidadosamente. Cada tubería, cada cable tiene que ser llevado y sellado individualmente. No pueden ser manojos de cables, ya que el sellado se hace imposible. Para este pegado en interiores la solución óptima es SIGA RISSAN (cinta adhesiva verde).



### Perforaciones en exteriores:

Cuando tuberías y conductos atraviesan la pared externa del edificio, estos puntos tienen que ser sellados cuidadosamente contra viento y humedad. Cada tubería, cada cable tiene que ser llevado y sellado individualmente. No pueden ser manojos de cables, ya que el sellado se hace imposible. Para este pegado en exteriores la solución óptima es SIGA WIGLUV (cinta adhesiva gris).



## Sistema de unión termoaislante con enlucido mineral

### Advertencias sobre el passivhaus

El edificio es un passivhaus. Esto significa que el cascarón hermético del edificio, probado con un Blower-Door-Test siguiendo la norma ISO 9972, no puede ser perforado o dañado arbitrariamente. Las perforaciones planeadas deben llevarse a cabo con el mayor cuidado y sellarse herméticamente de manera permanente (por ej. cápsulas de pared herméticas, cintas adhesivas certificadas, etc.). Es necesario tomar en cuenta los costos adicionales que esto genere. Perforaciones o daños arbitrarios o no planeados del cascarón hermético del edificio son inadmisibles. La hermeticidad del edificio se evalúa por medio de un Blower-Door-Test. La eliminación de eventuales puntos permeables corre por cuenta del causante.

### Advertencias sobre la protección térmica con espuma rígida de poliestireno

Las siguientes prestaciones están incluidas en el EP:

1. Protección térmica completa con las placas adecuadas de espuma rígida de poliestireno, tipo PS 15 SE, ajustado elástico, clase de material de construcción B1, según fallo de prueba, WLG 040, rigidez dinámica  $s=35\text{MN/m}^3$  para prevenir el deterioro del aislamiento acústico.
2. Sólo se pueden utilizar placas almacenadas al menos 6 meses, con la protección de calidad adecuada.
3. En caso de que sea requerido un enclavijado, éste no se cobrará por separado.
4. Todos los trabajos para cubrir piezas colindantes, como la limpieza en dado caso también de pisos, la retirada de residuos que inhiben la capacidad adherente, etc., están cubiertos en el EP.

### Advertencias sobre trabajos preparativos y de acabado

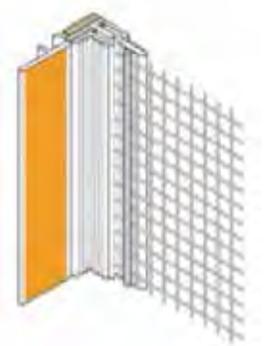
1. El AN provee sobre solicitud muestras de materiales, certificaciones y evaluaciones, así como los manuales de cada fabricante sin costo.
2. Son parte de los trabajos preparativos: recubrimiento de todas las ventanas, puertas, laminados, superficies de madera pulida y visibles, piezas de construcción externas; el uso cuidadoso del andamio así como su limpieza, retiro y eliminación diarios de envolturas y restos de materiales de trabajo.
3. Los trabajos preparativos y de acabado son parte del servicio completo y no se cobran por separado.

### Base

La base se aplica sobre material mineral (mampostería/ concreto), procesada con siloxano, como fondo universal acuoso para capas posteriores, a base de acrilato, transparente. La capa base no debe formar ninguna película.

## Moldura para enlucido y recubrimiento de las ventanas

Barra de PVC que se pega en el marco de la ventana y sujeta el plástico, inclusive cubierta de las ventanas y posterior retiro y eliminación de la película de polietileno. La cobertura completa de las ventanas con la película sólo puede quedarse el tiempo necesario para realizar los trabajos de aislamiento y acabado, ya que afecta la ventilación del edificio. En caso de interrupciones largas del trabajo (más de 10 días) se deben de retirar las películas en acuerdo con la dirección de obras o según sus indicaciones.



## Placas de espuma rígida de poliestireno WLG 040, 250mm

Entrega e instalación según planos de placas de espuma rígida de poliestireno difícilmente inflamable, con acanaladura escalonada, WLG 040, clase de material de construcción B1, EN 13163, tipo de aplicación WDV según DIN 4108-10, libre de clorofluorocarburos, densidad aprox. 17 kg/m<sup>3</sup>, (DIN 4102), espesor 250mm, unicapa, inclusive todos los medios de fijación de regla, mortero según DIN 18557. El adhesivo debe aplicarse en los cuatro bordes, para que las placas de aislamiento no puedan ser despegadas por el aire exterior. Ventanas mayores a 2.50m<sup>2</sup> se descuentan. Prestar atención a: Euroclase E según EN 13501-1, normas de la asociación profesional para sistemas de aislamiento técnico y las indicaciones del fabricante. Las placas aislantes sólo se pueden cortar con cortadoras de hilo caliente.



## Enlucido con tejido de reforzamiento

Aplicación de la capa de reforzamiento, grano mínimo 2mm, elongación sin agrietamiento >2%, resistencia a golpes >15J, grosor de la capa mín. 3mm, reforzamiento de toda la superficie del aislante térmico con una masa de reforzamiento/ adhesiva orgánica, libre de cemento y malla de fibra de vidrio resistente al álcali. Aplicar la masa de reforzamiento que cubra todo, apretar la malla de reforzamiento y aplanar con la espátula. Superponer las uniones de las mallas 10cm.



## Perfil protector de esquinas en el Sistema de aislamiento térmico exterior (WDVS)

Entrega y montaje de barras protectoras de esquinas de mallas plásticas para proteger todas las esquinas, ventanas y puertas del edificio, incluir en el enlucido de base.



## Capa final

Capa exterior con enlucido decorativo mineral u orgánico (DIN 18555), como enlucido resistente al agrietamiento matizado, coloración nivel 1, claro, superficie pulida homogéneamente con granulado de 3mm. Valores físicos estructurales: espesor de la capa de aire de difusión equivalente  $s_d < 0.1m$ , clase V1 alta,  $w < 0.05 \text{ kg}/(m^2 \times h 0.5)$ , clase W3 baja, según EN 1062-1, ángulo de contacto >138° (pasta).

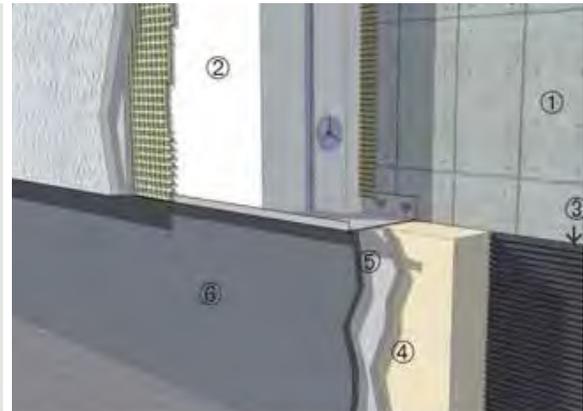


## Capa de fondo en la zona de la base

Entrega y aplicación de la capa de fondo (fondo adhesivo). Pasta de dispersión resistente al cemento mezclada con 100% de cemento portland (1:1), diluido con aprox. 10% de agua. Aplicar sobre un fondo liso, seco y limpio con un cepillo y dejar secar.

## Placas aislantes de poliestireno para bases WLG 035, 250mm

Entrega y colocación de placas aislantes de poliestireno para bases, o placas para perímetros, PS 30 SE, espesor de 250mm, según DIN 18164, tipo de aplicación WS, libre de contracción, libre de clorofluorocarburos, WL 040 DIN 4108, difícilmente inflamable, según EN 13501-1, Euroclase E, aprobado para el aislamiento perimetral. Pegar sobre un fondo sólido tratado con un adhesivo aislante del agua, mezclado a partir de pasta resistente al cemento y 100% cemento portland (1:1). El aislamiento de la base se debe colocar en la zona de salpicaduras (aprox. 40cm sobre el suelo) y sobre la superficie a aislar en el suelo, al menos 20cm debajo del posterior borde superior del terreno.



## Perfil para cantos de la base

Perfil de la moldura con malla de fibra de vidrio integrada de plástico con canto disminuido y malla de fibra de vidrio integrada a la moldura de aluminio. Saliente 6mm.



### Reforzamiento y enlucido base sobre la superficie del basamento

Entrega y aplicación de la capa de reforzamiento y malla de fibra de vidrio como indicado. Extender la pasta de reforzamiento hasta el aislamiento según DIN 18195. Aplicar pintura protectora contra humedad sobre el reforzamiento, aprox. 30 cm arriba del borde superior del terreno y unirla al aislamiento. Tomar en cuenta las indicaciones del fabricante. Capa intermedia sobre el aislante con fondo enlucido pigmentado y rellenado.

### Enlucido del basamento

Capa exterior bajo la superficie de limpieza como enlucido para el basamento con aditamento aislante, finamente pulido, color gris medio sobre el aislamiento de perímetro descrito anteriormente.

## d. Reporte fotográfico / HERMOSILLO

### INICIOS DE OBRA - MUROS DE BLOQUE DE CONCRETO



### INSTALACIÓN DE PLACAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) DE 2.5 Y 25 CM DE ESPESOR



## INSTALACIÓN DE MUROS Y LOSA DE BLOCK DE CONCRETO CELULAR HEBEL



## INSTALACIÓN DE VENTANAS Y PUERTAS DE PVC



## INSTALACIÓN DE MALLASOMBRA Y VENTILADOR CON RECUPERACIÓN DE CALOR

## LOUVERS Y TOLDOS DE SOMBREAMIENTO EXTERIOR



VIVIENDA NAMA TERMINADAS

## d. Reporte fotográfico / GUADALAJARA

### INICIO DE OBRA – INSTALACIÓN PREVIAS



284



PRIMER EDIFICIO DE BLOCK DE CONCRETO – APLICACIÓN DE RELLENO DE PERLITA MINERAL

## SEGUNDO EDIFICIO – CONSTRUCCIÓN CON MUROS DE TABIQUE EXTRUIDO MULTIPERFORADO



## TERCER EDIFICIO – INSTALACIÓN DE PLACAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS

## FILTRADO DE AGUAS Y SISTEMA INDIVIDUAL DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA



PROYECTO NAMA TERMINADO

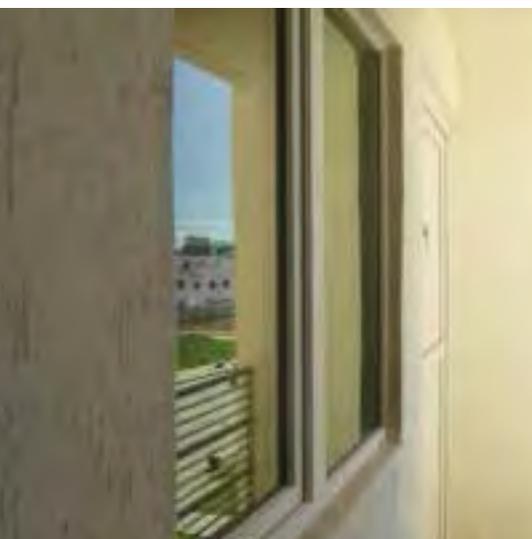
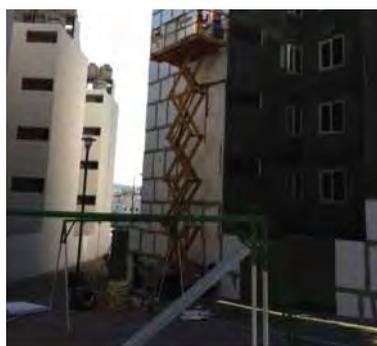
## d. Reporte fotográfico / MORELIA

### INICIO DE OBRA – COLOCACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN CIMENTACIÓN



COLADO DE MUROS Y LOSAS DE ENTREPISO EN CONCRETO

## INSTALACIÓN DE PLACAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS EN LOS MUROS EXTERIORES



## INSTALACIÓN DE VENTANAS Y PUERTAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

## SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA (CENTRALIZADO E INDIVIDUAL)



289



PROYECTO NAMA TERMINADO





## ANEXO 4: MEDIDAS INDIRECTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NAMA DE VIVIENDA NUEVA

### 4.2 REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y CAPACITACIÓN A AUTORIDADES LOCALES EN VIVIENDA SUSTENTABLE

291



La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional de Vivienda en México (CONAVI) agradecen a La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (German Development Cooperation [Cooperación Alemana al Desarrollo]) por su colaboración y asistencia técnica para la preparación de este documento. La colaboración con GIZ se realizó conforme el marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA, que ha sido encargado a la GIZ por parte del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Las opiniones expresadas, en este documento, no necesariamente reflejan los puntos de vista de GIZ y/o BMUB. La reproducción parcial o total, de este documento, queda autorizada para propósitos no lucrativos, siempre y cuando la fuente sea una fuente reconocida por SEMARNAT, CONAVI.

**SEMARNAT/CONAVI. NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros. Ciudad de México, 2014 - Un proyecto dentro del marco de trabajo de la Iniciativa Internacional para el Cambio Climático.**



**Autores:**  
Salvador Rodríguez

292



**Supervisión:**  
CONAVI: Carlos Carrazco  
GIZ: Andreas Gruner, Anahí Ramirez  
[www.conavi.gob.mx/viviendasustentable](http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable)

© SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales  
Av. San Jerónimo 458, 3er Piso  
Col. Jardines del Pedregal  
C.P. 01900, México, D.F.  
Tel.: 52 55 54902118  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda  
en México  
Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso  
Col. Bosque de Chapultepec  
C.P. 11580, México, D.F.  
Tel.: 52 55 91389991  
[www.conavi.gob.mx](http://www.conavi.gob.mx)



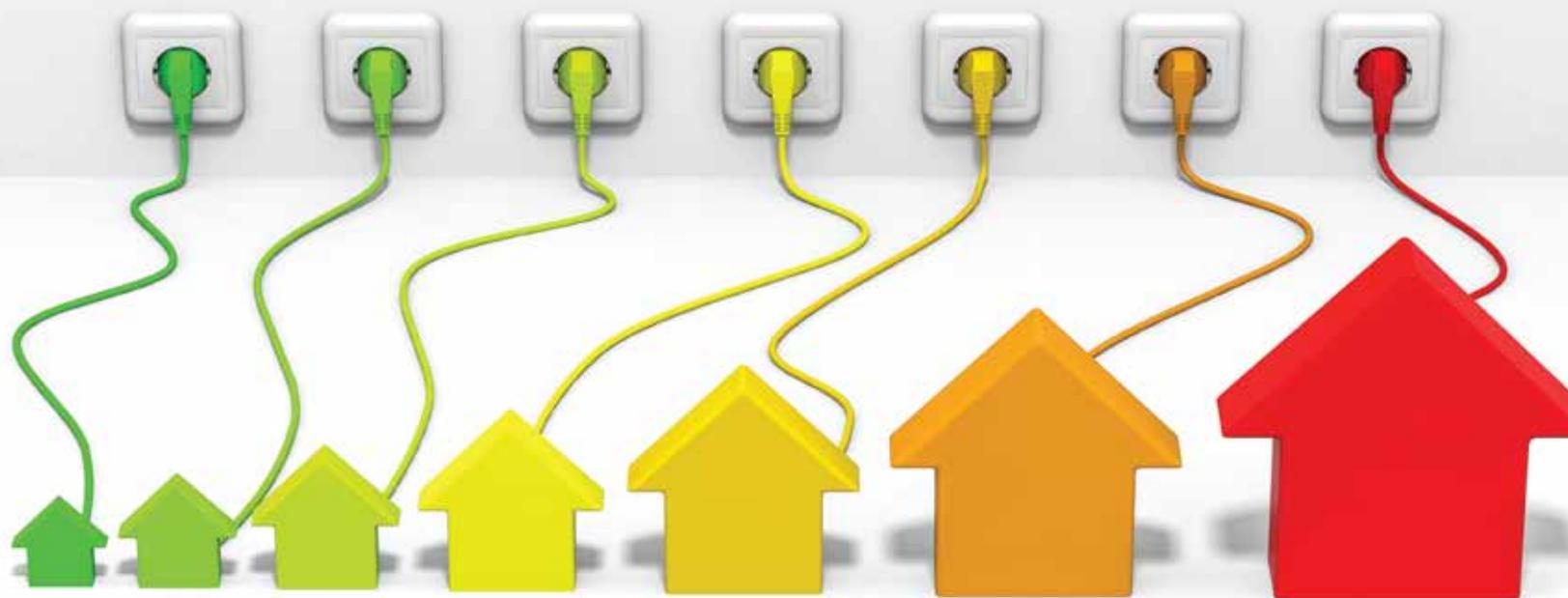
Como se menciona en el diseño técnico de la NAMA de Vivienda Nueva<sup>1</sup> y de la NAMA de Vivienda Existente<sup>2</sup>, las acciones administrativas y de apoyo (medidas indirectas) coadyuvarán a la transformación del sector de la vivienda hacia estándares de desempeño energético más altos. Para ello es necesario desarrollar campañas de información, capacitación y servicios de asesoría durante la implementación de la NAMA.

El objetivo de las medidas indirectas es subsanar las barreras que hay para implementar viviendas con eficiencia energética a gran escala. Entre las barreras identificadas en el diseño técnico de la NAMA se encuentran:

-  La falta de conocimiento y de sensibilización
-  Barreras técnicas
-  Aspectos regulatorios e institucionales
-  Barreras financieras

<sup>1</sup> CONAVI, NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México-Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros, México, 2013.

<sup>2</sup> CONAVI, NAMA Apoyada para la Vivienda Existente en México-Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros, México, 2014.





**Barreras  
(problemas)**

**Sensibilización**

**Barreras técnicas**

**Aspectos regulatorios e institucionales**

**Barreras financieras**

Capacitación para asesores energéticos, diseñadores y constructores

Capacitación para asesores energéticos, diseñadores e ingenieros

Mejorar el proceso de licencias e inspección

Diseño de un fondo de inversión para financiar los costos adicionales de las medidas de eficiencia energética



**Medidas indirectas  
(soluciones)**

Proyectos Piloto muestra

Apoyo a los fabricantes y las empresas locales

Capacitación a autoridades locales

Apoyo a los fabricantes para desarrollar los materiales y equipo de construcción necesarios

Información para propietarios y compradores

Hacer obligatorios los estándares de energía

Creación de capacidades para el monitoreo y la verificación

Difusión y publicidad

Desarrollo de un sistema para recolección de datos para el monitoreo, reporte y verificación de reducción de emisiones

En relación con las barreras sobre aspectos regulatorios e institucionales, se ha trabajado en el desarrollo e implementación de una estrategia de capacitación para funcionarios locales y en la actualización de reglamentos de construcción para incluir aspectos sobre eficiencia energética.

## FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DE LOS GOBIERNOS LOCALES

El Componente Edificación del Programa de Energía Sustentable en México que implementa la GIZ, desarrolló junto con la CONAVI la **Estrategia de capacitación a gobiernos locales en materia de vivienda y entorno sustentables**<sup>3</sup>. Dicha estrategia tiene como objetivos:

- 🌿 Desarrollar un programa de fortalecimiento de capacidades dirigido a servidores públicos municipales vinculados con las políticas de edificación de viviendas y la determinación de entornos sustentables
- 🌿 Preparar el conjunto de instrumentos que requiere la puesta en marcha de la Estrategia
- 🌿 Definir y establecer mecanismos de monitoreo de las prácticas derivadas de la capacitación
- 🌿 Construir una plataforma virtual que cubra a una comunidad de aprendizaje para el diálogo de las personas que participen en la capacitación

<sup>3</sup> GIZ- Programa Energía Sustentable, Componente Edificación, Estrategia de Capacitación a Gobiernos Locales en materia de vivienda y entorno sustentables, México 2012.

Las modalidades de capacitación en forma presencial y virtual incluyen los siguientes temas:

- 🌿 Habitabilidad y vivienda
- 🌿 Calidad de vida, sustentabilidad y vivienda
- 🌿 Condiciones de la vivienda en México: existencias, calidad, uso y reposición
- 🌿 Vivienda sustentable y ordenamiento ecológico del territorio mexicano
- 🌿 Permisos para edificación de vivienda en México
- 🌿 Estándares mexicanos de manejo de agua, la energía y los residuos en la edificación de la vivienda
- 🌿 Instrumentos de crédito e incentivos para la vivienda sustentable





296

La Estrategia impacta en tres niveles:

-  A las personas responsables de las decisiones para determinar el uso del suelo, desarrollo urbano, impulso a la vivienda, obras públicas, elaboración de reglamentos de construcción, autorización de permisos o licencias de construcción, entre otros
-  A organismos del gobierno municipal, como las comisiones que atienden la problemática del sector
-  Y a las capacidades relacionales de los gobiernos municipales que interactúan con otros equipos institucionales vinculados con la vivienda y los entornos sustentables

## PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PILOTO DE LA ESTRATEGIA

El piloto de la estrategia de capacitación se implementó en Veracruz, a través de la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA), con el objetivo de actualizar los reglamentos de construcción a nivel estatal y municipal e incluir conceptos de sustentabilidad en la autorización de nuevos desarrollos de vivienda.

## DEFINICIÓN DE ACTORES

El apoyo y el liderazgo del Secretario de Medio Ambiente del Estado de Veracruz fue decisivo para este proceso, pues convocó a otros tomadores de decisiones, como secretarios de estado, presidentes municipales y regidores.



También se conformó un grupo de actores de los gobiernos locales, academia e industria, que incluyeron a funcionarios de las áreas de medio ambiente, desarrollo social, obras públicas, agua y saneamiento, protección civil, desarrollo urbano, arquitectos, consultores, ingenieros y desarrolladores de vivienda.

## ELECCIÓN DE MUNICIPIOS

Se escogió a un grupo de municipios con administraciones nuevas para trabajar con los equipos correspondientes a las áreas u organismos de atención a la vivienda, tales como institutos de vivienda, dirección de obras públicas, desarrollo urbano y medio ambiente. Se convocó a la capital del estado por tener la responsabilidad de emitir el reglamento estatal de construcción, así como a los municipios más importantes como Veracruz, Tuxpan, Córdoba, Poza Rica, Coatzacoalcos y La Antigua.

Dada la ampliación de los puertos de Veracruz, Coatzacoalcos y Tuxpan, la provisión de vivienda y el crecimiento de la mancha urbana esperados fueron los principales elementos que motivaron a los funcionarios locales de estos municipios a que participaran de la Estrategia.

## APOYO TÉCNICO

Se organizaron diversos talleres<sup>4</sup> para la impartición de los módulos temáticos, los cuales incluyeron una metodología de análisis de la situación particular de cada municipio en función del tema abordado. La GIZ impartió dichos talleres con la participación de la CONAVI, la CONUEE, INFONAVIT y otros organismos públicos y privados que trabajan en el tema de la vivienda sustentable. Los talleres de capacitación fueron el espacio para intercambiar ideas sobre la problemática y el estado actual de la vivienda, los retos del desarrollo urbano y

el ordenamiento ecológico y territorial, los programas de fomento a la construcción de vivienda sustentable, y la oportunidad para vincular a los diversos organismos que trabajan en un municipio para identificar acciones y responsabilidades compartidas sobre la regulación de viviendas sustentables en entornos sustentables.

## MARCO REGULATORIO ESTATAL Y MUNICIPAL, REGLAMENTOS DE DESARROLLO URBANO

A través del Inmuvi (Instituto Municipal de Vivienda) se creó el Reglamento de Desarrollo Urbano, Fraccionamiento y Vivienda para el municipio de Veracruz. El reglamento fue aprobado por el Cabildo y publicado en 2015 en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz<sup>5</sup>.

Otro reglamento que se actualizó fue el Reglamento de Desarrollo Urbano de Xalapa. Este reglamento se trabajó con la Secretaría de Obras Públicas y aplica para todo tipo de construcciones. El reglamento fue aprobado por el Cabildo y publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz del mismo año.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/direcciones/ucc/vivienda-sustentable/>  
<http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/vivienda-sustentable-2015/>

<sup>5</sup> <http://www.editoraveracruz.gob.mx/gacetas/2015/01/N%C3%BAm.%20Extraordinario%20036,%20lunes%2026%20de%20enero%20de%202015.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.editoraveracruz.gob.mx/gacetas/2015/06/Gac2015-218%20Martes%20%20Ext.pdf>

## REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Se incluyó un Capítulo de sustentabilidad en el Reglamento para las Construcciones Públicas y Privadas del Estado de Veracruz. Este reglamento se encuentra consolidado técnicamente y en revisión jurídica para ser aprobado por el Cabildo.

También se incluyó un Capítulo de sustentabilidad en el Reglamento para Construcciones Públicas y Privadas del Municipio Libre de Veracruz, el cual fue aprobado por el Cabildo y publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz en el año 2015.

En todos estos reglamentos se incluye el tema de la sustentabilidad energética en nuevas construcciones y en remodelaciones, así como en el desarrollo de viviendas.

Temáticamente se incluyeron aspectos sobre energía, tales como eficiencia energética (orientación, forma, calidad de la envolvente, sombras en ventanas, ventilación, equipos ahorradores de energía); agua (uso racional del agua, captación de agua pluvial, tratamiento de grasas); energía renovable (criterios progresivos de incorporación de calentadores solares y sistemas fotovoltaicos); materiales; residuos de la construcción; selección del sitio (protección de sitios prioritarios para la conservación, contención de la mancha urbana); vegetación (especies adecuadas); movilidad.

## SIGUIENTES PASOS

Dado el alto interés de los funcionarios locales, no sólo de Veracruz sino de otros estados y municipios de la República Mexicana, la GIZ (PES-Edi) desarrollará una herramienta para funcionarios locales que los guíe y



Además, por primera vez se hizo una zonificación térmica del estado de Veracruz, para poder diferenciar los requerimientos y estrategias en función del clima.

ayude en el proceso de actualización de los reglamentos de construcción. Además se incluirán las experiencias del piloto en la tercera edición del Código de Edificación de Vivienda de la CONAVI, en donde también se actualizará el Capítulo de Sustentabilidad para incluir el concepto del desempeño global como enfoque rector de la sustentabilidad ambiental de la vivienda.

## CONCLUSIONES

Para actualizar los reglamentos de construcción es importante empezar por un proceso de fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos locales para lograr una gestión exitosa de la vivienda sustentable; alineando los marcos regulatorios con las políticas de fomento y promoción (tales como la NAMA de Vivienda Sustentable), que permitan fomentar una transformación del mercado hacia viviendas más eficientes.

Todavía hay una falta de conocimientos técnicos en temas especializados sobre la sustentabilidad energética y ambiental de las edificaciones, pero la academia y los profesionales en el campo pueden apoyar y asesorar a los funcionarios responsables de la actualización de los reglamentos de construcción.

Es importante la coordinación entre diversos organismos municipales, a fin de acordar desde muchas fracciones los alcances, dados los distintos niveles de responsabilidad involucrados (medio ambiente, desarrollo urbano, obras públicas, protección civil, agua y saneamiento); todo esto respaldado por la convicción de los tomadores de decisiones del más alto nivel (gobernadores, alcaldes, secretarios de estado).



**SEDEMA**  
SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
DEL ESTADO DE VERACRUZ



**cooperación  
alemana**

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementado por:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH





## ANEXO 5: CRITERIOS DE ENTORNO PARA NAMA DE VIVIENDA NUEVA



El Gobierno Mexicano, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento en el marco del Proyecto "NAMA Facility, Implementación de la NAMA de Vivienda Nueva en México/ Componente Técnico". Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de CONAVI, BMUB, DECC y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Ciudad de México, 16 de julio de 2015



**Autores:**

Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C.:

Dr. Mario Molina, Presidente

Dr. Francisco Barnés, Director ejecutivo

Guillermo Velasco, Coordinador de programas

Ricardo Ochoa Sosa, Líder de proyecto

Tania Guerrero

Mariana Gutiérrez

302



**Supervisión:**

Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI):

Carlos Alejandro Carrazco Cota

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH:

Andreas Gruner

Anahi Ramirez Ortiz

Dr. Salvador Rodriguez

Título: GIZ NAMA Facility México, Componente Técnico. Criterios de Entorno para la NAMA de Vivienda Nueva.

Diseño y fotos de la publicación: GIZ México

Diseño y fotos del estudio: Centro Mario Molina



## RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, el gobierno federal ha dado un giro en la política urbana planteando como principal objetivo el crecimiento urbano ordenado. A través de diferentes estrategias como la densificación, la mezcla de usos de suelo, el rescate de espacios urbanos, entre otras, busca controlar la expansión de manchas urbanas. Este nuevo enfoque de la política federal en términos de planificación urbana, se materializa con la creación de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) y la definición de una ruta crítica que integra tanto el desarrollo urbano como la vivienda a través del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda (PNDUyV 2014–2018).

Para asegurar el éxito de este enfoque hacia un desarrollo urbano sustentable, las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés) son estrategias respaldadas por la cooperación técnica y financiera internacional, que se suman a los esfuerzos existentes en materia de mitigación de emisiones. Además de apoyar el nuevo enfoque de la administración pública, también son parte de los compromisos que México ha firmado con el mundo a través de convenios internacionales como el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) y en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP).

El PECC incluye diferentes líneas de acción para la implementación de NAMA en los sectores de transporte, vivienda, energía, marítimo, educación, residuos y actividades agropecuarias. En particular, la NAMA de vivienda integra el impacto individual de la vivienda así como su desempeño global, es decir, considera no sólo la calidad constructiva de las mismas y su consumo energético sino también el confort de los habitantes, la ubicación y su accesibilidad a los grupos sociales menos favorecidos económicamente. La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), con apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), ha sido pionera en la elaboración de acciones NAMA para vivienda nueva y para vivienda existente. Sin embargo actualmente se desarrollan NAMA que cubren otras líneas de acción, como la NAMA a

nivel urbano (a cargo de la SEDATU) y la NAMA de transporte (a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), entre otras.

De esta forma, la política de vivienda como el eje estructural del desarrollo urbano, transita de considerar la reducción de emisiones y la eficiencia energética de la vivienda hacia el desempeño global de la misma. Hoy se enfatiza en la importancia de considerar la ubicación de la vivienda en el contexto urbano como un elemento fundamental para la sustentabilidad en el ámbito ambiental, económico y social, que priorice el acceso a la vivienda con una ubicación adecuada para las personas de escasos recursos.

En el presente documento se identifican los criterios que debería tener el entorno de la vivienda nueva para asegurar que su edificación y financiamiento se alinee a los objetivos nacionales de un desarrollo bajo en carbono. Los criterios fueron cuidadosamente seleccionados para asegurar que estos contribuyan a mejorar la calidad de vida de los mexicanos y que sean factibles de cumplir para la amplia diversidad de actores que inciden en este sector: desarrolladores, autoridades municipales, instituciones financieras y el gobierno federal, entre otros.

Es importante destacar que, los criterios de entorno para la NAMA de vivienda nueva vertidos en este documento derivan de un proceso de diseño integrado, liderado por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) junto con el Centro Mario Molina, que emana de las inquietudes y recomendaciones resultado de distintas actividades como reuniones, talleres, entrevistas y consultas realizadas con actores clave. En particular se incluyó retroalimentación de instituciones clave en la política de la vivienda y desarrollo urbano como son: SEDATU, CONAVI, KfW, GIZ, SHF, INFONAVIT, FOVISSSTE y BID.

Cabe mencionar que, con el objeto de garantizar que la implementación y el cumplimiento de los criterios propuestos sean congruentes con los programas existentes y las metas gubernamentales planteadas, se realizó un análisis de política pública que integra las estrategias e instrumentos

que delinear la política urbana y de vivienda actual; una amplia revisión bibliográfica así como la retroalimentación y comunicación con distintos actores.

Durante la revisión y el análisis de la política actual de vivienda, así como en las consultas y talleres realizados, destacaron once criterios mínimos del entorno que deberían de cumplir nuevos desarrollos de vivienda social para poder ser oficialmente reconocidos por las entidades del Gobierno Mexicano como proyectos NAMA de Vivienda Nueva, y contar así con co-financiamiento NAMA nacional o internacional. Estos se agruparon en once áreas de incidencia, la mayoría de las cuales hacen referencia al factor de localización como principal componente para garantizar la sustentabilidad de los conjuntos habitacionales.

Estas áreas son:

- 1) Ordenamiento territorial
- 2) Zonas de riesgo
- 3) Provisión de infraestructura básica
- 4) Inclusión de equipamientos y servicios urbanos
- 5) Viviendas deshabitadas
- 6) Accesibilidad a zonas de empleo
- 7) Transporte y movilidad
- 8) Densidad
- 9) Contexto urbano
- 10) Competitividad municipal
- 11) Creación de comunidad (ver figura 4.2)





**Figura 1.1: Clasificación de criterios.**  
La figura muestra la clasificación de los criterios identificados

Con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los criterios de entorno recomendados para la NAMA de Vivienda Nueva, a cada criterio se le asignó un límite de temporalidad e identificó el instrumento programático o la normatividad de referencia. En este orden de ideas, para la fase de monitoreo y evaluación será fundamental considerar una plataforma accesible para todos los Organismos Nacionales de Vivienda (ONAVI), que permita integrar y sistematizar la información.

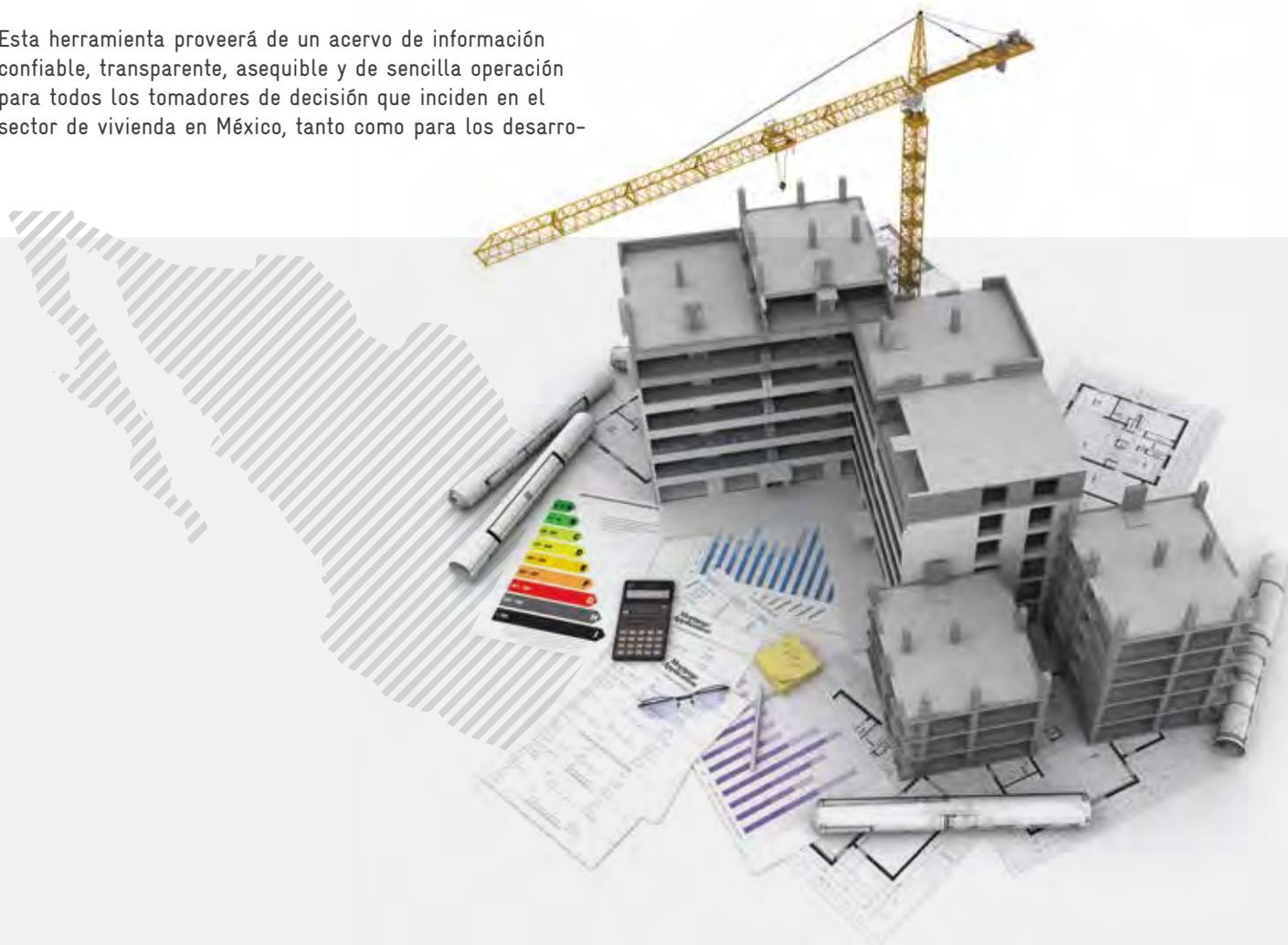
El Registro Único de Vivienda (RUV) es una plataforma operativa y tecnológica que posee el acervo de información más robusto sobre el sector de vivienda en el país. Por lo tanto, para la aplicación de los criterios de entorno se recomienda la utilización de dicha plataforma para el proceso de registro de un nuevo Proyecto NAMA de vivienda.

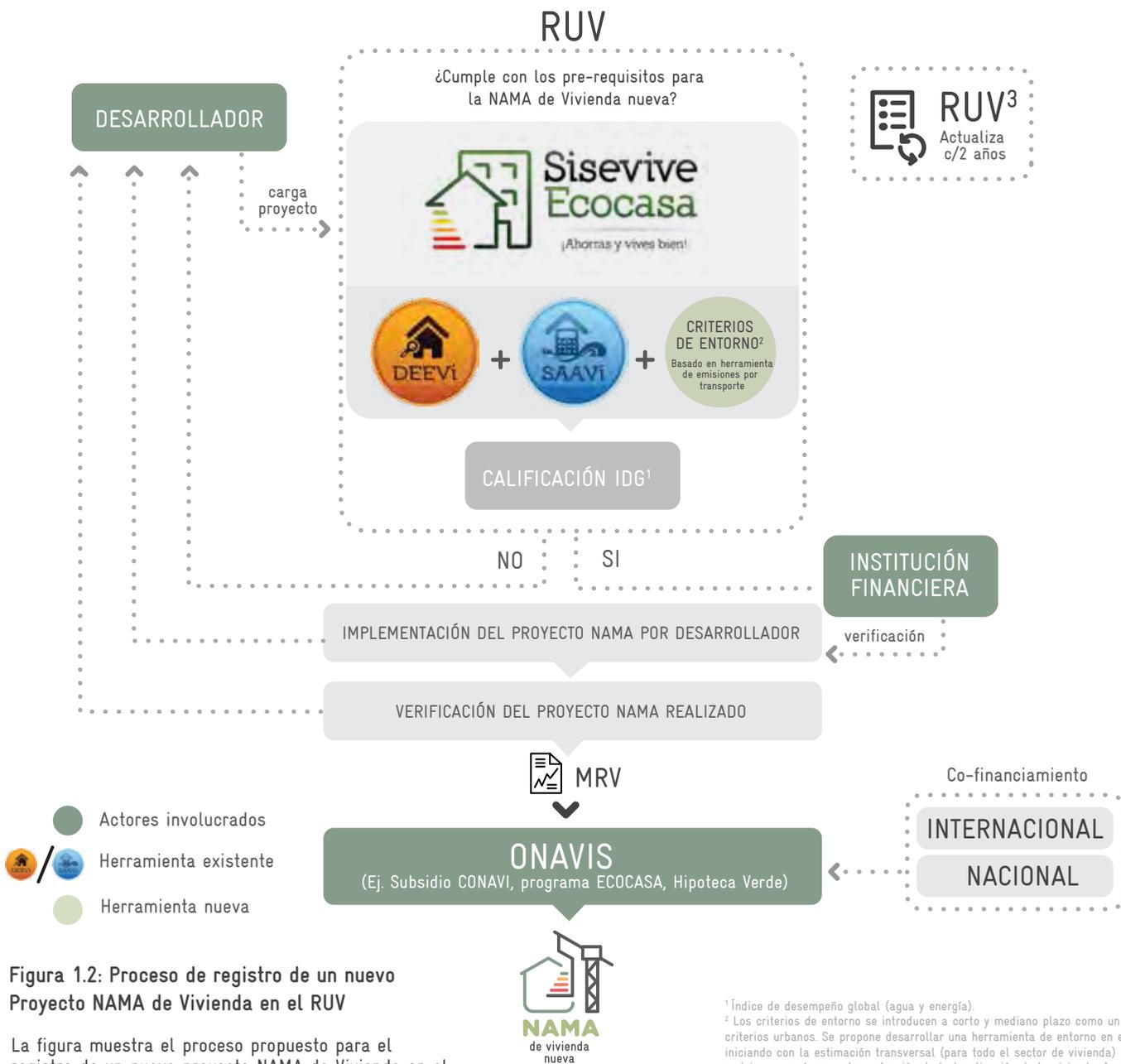
Además de aprovechar los indicadores existentes identificados en otros programas, como las Reglas de Operación y los Perímetros de Contención Urbana, se considera la integración de otros sistemas de evaluación como el Sisevive-Ecocasa. Este sistema incluye herramientas que evalúan el consumo de energía y agua en las edificaciones, a través del Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda (DEEVi) y de la Simulación de Ahorro de Agua en la Vivienda (SAAVi), las cuales se consolidan en el “Índice de Desempeño Global” (IDG). Ésta calificación sería complementada con la herramienta de Criterios de Entorno, definida conceptualmente en el presente estudio.

Esta herramienta proveerá de un acervo de información confiable, transparente, asequible y de sencilla operación para todos los tomadores de decisión que inciden en el sector de vivienda en México, tanto como para los desarro-

lladores y demás actores involucrados en la construcción de la vivienda, como para los usuarios (ver 'Proceso de registro de un nuevo proyecto NAMA de Vivienda en RUV' en la figura 1.2).

La aplicación de la herramienta en México permitirá mover tendencias para influir en la conformación de entornos más prósperos, específicamente en lo relacionado a la edificación de viviendas en entornos que aseguren beneficios directos para las familias, así como la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI).





**Figura 1.2: Proceso de registro de un nuevo Proyecto NAMA de Vivienda en el RUV**

La figura muestra el proceso propuesto para el registro de un nuevo proyecto NAMA de Vivienda en el RUV. Incluye los actores involucrados, así como los insumos y productos del sistema. Elaboración propia.

<sup>1</sup> Índice de desempeño global (agua y energía).

<sup>2</sup> Los criterios de entorno se introducen a corto y mediano plazo como un 'filtro' de criterios urbanos. Se propone desarrollar una herramienta de entorno en el RUV iniciando con la estimación transversal (para todo el sector de vivienda) de las emisiones por transporte en función de la localización de la vivienda. A mediano y largo plazo se propone desarrollar una línea base para los criterios de entorno e introducir un IDG de entorno.

<sup>3</sup> La actualización se realiza bajo la supervisión del comité de mantenimiento.

## 2 INTRODUCCIÓN

El crecimiento expansivo y desordenado de las ciudades mexicanas en las últimas décadas provocó una serie de retos para el desarrollo social y económico del país. La edificación de viviendas alejadas de servicios y empleo, o incluso asentadas en zonas de riesgo, ha limitado las posibilidades de mejora, tanto para las autoridades gubernamentales como para las familias mexicanas.

La relación de los patrones de movilidad con la ubicación inadecuada de la vivienda es de particular interés considerando que, en México, las emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte corresponden al 18.9% del total nacional. Adicionalmente, el sector de la vivienda es responsable de aproximadamente el 17% del consumo energético total en México y en caso de mantener parámetros de eficiencia similares a los actuales, las emisiones de las nuevas viviendas contribuirían con 25 MtCO<sub>2</sub> adicionales por año hasta el 2020.

Hasta ahora, se han implementado diversos esfuerzos para revertir el impacto ambiental del sector. Dentro de los avances más importantes en materia de sustentabilidad destaca CONAVI con la Producción Social de Vivienda Asistida que plantea soluciones habitacionales para la población de escasos recursos; INFONAVIT con el Proyecto Vivienda Sustentable, que ha incrementado de manera directa y gradual las capacidades de mitigación en el sector y otras iniciativas del INVI y del INECC también enfocadas al uso de tecnologías eficientes para la vivienda.

En búsqueda de posicionarse a la vanguardia en materia de eficiencia energética, a nivel federal se han impulsado instrumentos innovadores como la Hipoteca Verde de INFONAVIT, ofreciendo un monto de financiamiento adicional a las viviendas equipadas con econtecnologías. Sin embargo poco a poco se ha hecho evidente el papel fundamental que la ubicación de la vivienda juega en la sustentabilidad de la misma. Por ejemplo, los Desarrollos Certificados (de CONAVI, SHF, SEDATU) actualmente consideran criterios de localización y de acceso a servicios urbanos en la vivienda.

Cabe mencionar que, como parte de los acuerdos internacionales ratificados en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), el gobierno federal ha asumido metas ambiciosas para la disminución de gases de efecto invernadero; se compromete a reducir su emisiones<sup>1</sup> en un 30% y 50% para el 2020 y 2050 respectivamente.

Para asegurar el éxito de las metas propuestas, las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés) son estrategias voluntarias respaldadas por la cooperación técnica y financiera internacional, que se suman a los esfuerzos existentes en materia de mitigación de emisiones. Además de apoyar el nuevo enfoque de la administración pública, también son parte de los compromisos que México ha firmado con el mundo a través de convenios internacionales como el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

El PECC incluye diferentes líneas de acción para la implementación de NAMA en los sectores de transporte, vivienda, energía, marítimo, educación, residuos y actividades agropecuarias. En particular, la NAMA de vivienda integra el impacto individual de la vivienda así como su desempeño global, es decir, considera no sólo la calidad constructiva de las mismas y su consumo energético sino también el confort de los habitantes, la ubicación y su accesibilidad a los grupos sociales menos favorecidos económicamente.

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), con apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), ha sido pionera en la elaboración de acciones NAMA para vivienda, en sus modalidades de vivienda nueva (2012) y existente (2014). El instrumento adquiere mayor relevancia si consideramos que, a diferencia de programas anteriores, que se han enfocado en la promoción y la medición del impacto de ecotecnologías específicamente, la NAMA aborda la eficiencia energética con base en el desempeño global de la vivienda.

<sup>1</sup> Respecto a la línea base del año 2000.

A nivel federal se están desarrollando acciones NAMA en otros ámbitos que van más allá de la vivienda, como son la NAMA urbana a cargo de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) y la NAMA de transporte desarrollada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

De manera sucinta, el rol político en la coordinación del desarrollo y de la implementación de la NAMA de Vivienda Nueva está a cargo de la SEDATU, mientras la CONAVI se encarga de la coordinación e implementación de medidas de la NAMA a nivel operativo, técnico y financiero. Por lo tanto, con el propósito de consolidar la NAMA de Vivienda Nueva para transformar el sector de vivienda hacia una mayor sustentabilidad, la SEDATU y CONAVI trabajan de manera coordinada con las principales dependencias encargadas de asignar los fondos y créditos hipotecarios (como el FOVISSSTE y el INFONAVIT), además de otras instituciones a nivel local que inciden en el sector vivienda del país.

En este orden de ideas, el Centro Mario Molina fue contactado por la Agencia de Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), por encargo de la CONAVI, con el objeto de generar criterios mínimos urbanos que aseguren la sustentabilidad en la ubicación de las nuevas viviendas NAMA, garantizando la congruencia con las metas planteadas y los programas existentes y así asegurar un mayor potencial en su implementación.

Dada la diversidad de actores en cuestión, la implementación exitosa de la NAMA de Vivienda Nueva y su consolidación como política sectorial, implica un reto en términos de coordinación entre los distintos niveles y ámbitos de la administración pública. En este sentido, los criterios propuestos en este documento son la base para futuras herramientas de evaluación de desempeño que, en complemento con otros instrumentos existentes, fortalecerán la toma de decisiones en los temas de desarrollo urbano y vivienda.

## 2.1 OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es establecer los Criterios de Entorno para la NAMA de Vivienda Nueva del Gobierno Mexicano. Al definir los requisitos esenciales y relevantes se asegura que la implementación de la NAMA sea congruente con otros esfuerzos de mitigación a nivel urbano y de conjunto habitacional.

Respecto a los objetivos específicos, estos son:

-  Contribuir a controlar la expansión de las manchas urbanas y consolidar un modelo de desarrollo urbano que genere bienestar para los ciudadanos, garantizando la sustentabilidad social, económica y ambiental.
-  Disminuir la vulnerabilidad de la población urbana ante desastres naturales evitando que se otorgue financiamiento a viviendas en zonas de riesgo.
-  Establecer la línea base de desempeño de entorno de un conjunto habitacional para futuros proyectos o medidas de implementación de la NAMA de Vivienda nueva.
-  Elaborar un plan de implementación y que describa el mecanismo de evaluación, registro, verificación y documentación para la aplicación en la práctica de los criterios.

Los criterios de entorno en particular servirán para:

Como se mencionó antes, se espera que estos criterios formen parte integral del documento NAMA de Vivienda Nueva del Gobierno Mexicano con el objetivo de que exista una congruencia en la aplicación de la política pública de SEDATU y CONAVI y su aplicación a través de programas en materia de desarrollo urbano y de vivienda sustentable implementadas por CONAVI y las ONAVIS.

## 2.2 METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo de los criterios incluye el análisis de la política pública vigente, la propuesta de los criterios de entorno y la elaboración del plan de implementación. Para esto, se llevó a cabo un proceso de comunicación y retroalimentación con los principales actores en el sector, como se ilustra en la figura 2.1.



Figura 2.1: Metodología. El diagrama muestra en orden cronológico el proceso de la metodología.

310

En primer lugar se realiza un **análisis de la política pública vigente** para poner en contexto la problemática actual en materia urbana. Específicamente se analiza cuál es la política federal y se reconocen las metas relacionadas a la contención de las ciudades y a la mejora en las condiciones de la vivienda. En esta etapa, se identifican los principales retos para la coordinación, así como las oportunidades para la instrumentación de la política pública urbana.

También se reconocen los principales instrumentos y herramientas de cálculo que ya están vigentes y que podrían fungir como base para la conformación de la NAMA. El análisis se complementa con la revisión y el mapeo de los principales documentos que guían la política pública de vivienda actualmente (éstos se describen a detalle en el Anexo 7).

A lo largo del proyecto se realizaron tres talleres, durante los cuales se obtuvo **retroalimentación de los principales actores** (SEDATU, CONAVI, SHF, FOVISSSTE, INFONAVIT, KfW, GIZ y BID). En las reuniones se presentaron los hallazgos de cada tarea, cuyos resultados fueron recopilados en minutas y difundidos con los actores mencionados.

Con base en el análisis de la política pública vigente y en la retroalimentación de los actores principales se desarrolló una **propuesta de los criterios de entorno** para la NAMA de vivienda nueva. Posteriormente se definen parámetros a corto, mediano y largo plazo.

Paralelamente, se generó un **Plan de Implementación y Mecanismo de evaluación**, registro, verificación y documentación para asegurar la aplicación en la práctica de estos criterios a corto, mediano y largo plazo.

La última fase consistió en la **elaboración de los reportes finales**, englobados en el presente documento y cuyos componentes principales son: un (1) resumen de la política pública vigente y los criterios identificados en ella, (2) un estudio de los criterios de entorno para la NAMA de Vivienda Nueva y (3) un plan de implementación y mecanismo de evaluación, registro, verificación y documentación para la aplicación en la práctica de estos criterios a corto, mediano y largo plazo.



### 3 ANÁLISIS DE LA POLÍTICA PÚBLICA

Las políticas de vivienda se comenzaron a instrumentar desde 1940, con el propósito de atender las necesidades habitacionales de quienes migraron del campo a la ciudad durante la década anterior (1930). No obstante, es hasta 1972 cuando se concreta la política federal de vivienda con la creación de un sistema institucional y diversos esfuerzos legislativos en este ámbito<sup>2</sup>. Desde entonces a la fecha (2015), la orientación de la política habitacional transitó de seguir un modelo intervencionista enfocado a la producción masiva de vivienda social hacia un nuevo enfoque en donde el sector público funge como un ente financiador de créditos individuales para la adquisición de vivienda y el sector privado funge como el principal desarrollador de la vivienda.

Focalizada principalmente en saciar la alta demanda de vivienda en el país, en donde 19 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de vivienda y 12 millones se encuentran en condiciones de hacinamiento, la política nacional de vivienda se ejecutó como un elemento aislado del desarrollo urbano.

No obstante, la presente administración federal aborda de manera diferente el desarrollo de las ciudades mexicanas; integrando la política de vivienda con la de desarrollo urbano a través del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda (PNDUyV).

<sup>2</sup> Principalmente a raíz de la operación de los fondos de vivienda para los trabajadores, el sector privado y los militares. Actualmente este sistema se integra por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI); los Organismos Nacionales de Vivienda (ONAVIS) como el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT); el Fondo de la Vivienda del ISSTE (FOVISSTE); las sociedades financieras de objeto limitado (SOFOLES) y de objeto múltiple (SOMOFES), y la banca de desarrollo a través de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF). En materia legislativa destacan las adecuaciones al artículo 27 Constitucional y la creación de la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH).

## 3.1 PRINCIPALES POLÍTICAS PÚBLICAS

A nivel federal, se han planteado políticas y estrategias que, en el entorno urbano, han promovido una visión nacional en materia de vivienda; planeación del territorio; rescate de espacios públicos y movilidad. A continuación se comentan los políticas más relevantes.

### 3.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento rector que, en cada sexenio, traza la ruta del país en materia de política pública en los distintos ámbitos de la administración federal para el logro de las metas nacionales planteadas. Dirige las líneas programáticas y el presupuesto de las dependencias del país así como los ejes transversales e indicadores que orientan y norman la toma de decisiones en los distintos niveles de gobierno.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) plantea para el periodo (2013–2018) cinco metas nacionales: 1) México en Paz, 2) México Incluyente, 3) México con Educación de Calidad, 4) México Próspero y 5) México con Responsabilidad Global. Destaca que, como parte de la cuarta meta nacional (de México Próspero), la Administración federal dio a conocer en febrero de 2013 el PNDUyV.

### 3.1.2 PNDUYV (POLÍTICA NACIONAL DE VIVIENDA)

Con el propósito de garantizar el pleno derecho de acceso a la vivienda, el PNDUyV conduce los esfuerzos públicos y privados hacia el crecimiento ordenado y sustentable del sector, la mejora y regularización de la vivienda urbana así como distintas estrategias para la atender el rezago en la vivienda rural.

Los fundamentos del PNDUyV tienen como base cuatro estrategias para el éxito y viabilidad del sector: la alineación de políticas urbanas y agrarias con la creación de la SEDATU; la asignación de créditos y subsidios federales

orientados al crecimiento ordenado; la atención al rezago de la vivienda y mecanismos de acceso a créditos.

En particular destaca la creación de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) como la instancia encargada de dirigir la política de vivienda en el país. Es decir, la presente administración faculta en una dependencia la coordinación de programas y acciones en materia de tierra, financiamiento y vivienda. También, la SEDATU coordina las estrategias de los ONAVI<sup>3</sup> a la misma. No menos importante es que, como parte de las estrategias para fomentar el desarrollo urbano e inteligente, el gobierno federal actual destaca la importancia de “hacer uso del financiamiento de vivienda para orientar el desarrollo urbano y territorial del país”. Asimismo, dentro de las metas nacionales plantea vincular proyectos y programas de desarrollo urbano y vivienda a esquemas de cooperación internacional y mercados ambientales globales, para atender los retos del cambio climático a través de las NAMA. Sin embargo, la administración federal actual se enfrenta a un cambio demográfico que impone importantes retos para las políticas habitacionales del país.

El crecimiento urbano descontrolado y la desarticulación entre las políticas de desarrollo urbano y movilidad, son factores que han permeado de manera transversal en la sustentabilidad (en su ámbito económico, social y ambiental) e incluso han limitado el cumplimiento de objetivos y compromisos internacionales frente a los retos que impone el cambio climático, por ejemplo. Si bien diversos instrumentos como “Hipoteca Verde” inciden en la mitigación de las emisiones de GEI del sector residencial, se reconoce la necesidad de ampliar sus alcances y escalar sus estándares de eficiencia hacia niveles más ambiciosos.

<sup>3</sup> La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT) y el Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONAHPO).



Se espera que para 2040 México alcance una población de más de 140 millones de habitantes, lo que ocasionará un incremento de 60% en el parque habitacional del país respecto a los 27 millones de viviendas existentes. Mitigar los problemas relacionados con la vivienda requiere de un conjunto de estrategias que impulsen la generación de un parque habitacional adaptado en primer lugar, a las necesidades de la población de bajos ingresos, así como a las condiciones climáticas del entorno en el cual se sitúe, que mejore la eficiencia en la ocupación del suelo en zonas intraurbanas ya consolidadas y cercana a las oportunidades de empleo y los servicios, y también que responda a las necesidades de espacio, confort y socialización de sus ocupantes. Es decir, se refiere a la incorporación de nuevos criterios en las políticas públicas como la vivienda intraurbana, el transporte adecuado, la densificación y la verticalidad.

En un escenario de crecimiento urbano en el que destaca el incremento de los asentamientos precarios ubicados en las periferias así como la ocupación informal del suelo, la presente administración enfatiza en la importancia de emplear mecanismos como la asignación de créditos y el financiamiento para garantizar el acceso a la vivienda y, entre otros objetivos, disminuir la apropiación informal de suelo.

En este sentido, el PNDUyV 2013-2018 busca controlar la asignación de créditos hipotecarios, incorporando nuevas reglas y condiciones para impulsar la elección de una vivienda adecuadamente localizada y accesible para los distintos estratos sociales mexicanos, dando la oportunidad de reorientar la planeación de las ciudades. A continuación se comentan los instrumentos existentes más relevantes.

## 3.2 PRINCIPALES INSTRUMENTOS EXISTENTES

### 3.2.1 REGLAS DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA PARA EL SUBSIDIO A LA VIVIENDA 2015 (SEDATU, CONAVI)

El PNDUyV con el Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para la Vivienda, a través de las Reglas de Operación (ROP) 2015, establecen lineamientos claros que fomentan la edificación en zonas libres de riesgo, adecuadamente equipadas e incluso, que aprovechen el parque habitacional existente y/o desocupado.

Atender la demanda de hogares para la población de menores ingresos, evaluar la vivienda a partir de su ubicación y densidad y, establecer montos máximos de subsidios son los principales elementos de las Reglas de Operación. Mediante el puntaje del Sistema de Evaluación de Vivienda Nueva se define el monto del subsidio asignado para cada hogar; dicho sistema evalúa el cumplimiento de las nuevas edificaciones respecto a los criterios de ubicación, densidad, equipamiento y competitividad. De tal forma, se define el subsidio federal para la adquisición de vivienda nueva; el mejoramiento y la ampliación del parque habitacional existente; la adquisición de lotes con servicios y la autoproducción de vivienda.

### REGISTRO NACIONAL DE RESERVAS TERRITORIALES

Desde el año 2013, el RENARET es un sistema de registro que, mediante un modelo geoestadístico, analiza la cantidad, calidad y ubicación de las tierras que las empresas desarrolladoras o constructoras adquieren para la edificación de viviendas. La herramienta permite evaluar el comportamiento de las reservas territoriales frente a los requerimientos de suelo para la vivienda y de esta forma, definir si se otorga el subsidio.

La asignación del subsidio considera el grado de desarrollo y la condición del entorno (medidos en términos de urbanización, infraestructura y construcción). Sin embargo hasta el momento el registro en RENARET es un esquema voluntario. Además, el subsidio se puede asignar aunque la vivienda se ubique dentro o fuera de un perímetro de contención urbana (PCU) siempre y cuando, en un buffer de 2 km alrededor de las RT y se cumplan ciertas condiciones adicionales.

Adicional a la ausencia del carácter vinculante del RENARET, el instrumento no garantiza la ubicación de la vivienda en zonas adecuadamente equipadas o servidas e incrementa la vulnerabilidad de la población a los efectos de los fenómenos meteorológicos, derrumbes o deslaves.

### PERÍMETROS DE CONTENCIÓN URBANA

Con información de distintas dependencias como la SEDESOL, el INEGI y la CONAPO se definieron las limitaciones poligonales de las 384 ciudades que conforman el Sistema Urbano Nacional (SUN) y que sobrepasan en población los 15,000 habitantes del país. Como su nombre lo indica, el objetivo de los PCU es identificar las zonas urbanas y contener el crecimiento de las ciudades, bajo la supervisión de la CONAVI.

La identificación de la vivienda de acuerdo al entorno urbano se clasifica en tres dimensiones de ubicación (U1, U2 y U3) y, de acuerdo a la calificación obtenida en las Fichas de Puntaje para cada dimensión, se asigna el subsidio correspondiente según lo estipulado en las Reglas de Operación del Programa Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para la Vivienda. De tal forma, a través de un subsidio federal, se otorgan apoyos económicos a personas de escasos ingresos para dar una solución habitacional; ya sea para la adquisición de lote con servicios, o para la vivienda nueva o usada y para la mejora o ampliación.

En concreto, los PCU son herramientas que permiten controlar la expansión de las manchas urbanas, promoviendo que el crecimiento y el reemplazo habitacional se concentre al



interior de los centros urbanos existentes. En otras palabras, son instrumentos que consolidan las ciudades, mediante la utilización de la superficie intraurbana disponible, promueven el crecimiento al interior de las ciudades y la densificación. En suma, representan un punto de partida en los esfuerzos para alinear los criterios para el otorgamiento de créditos y subsidios a la vivienda bajo un enfoque socioespacial y de contención de las manchas urbanas a nivel federal.

### 3.2.2 DESARROLLOS CERTIFICADOS (SHF, CONAVI, SEDATU)

Como parte de las estrategias del gobierno federal para contener el crecimiento de las ciudades los Desarrollos Certificados permiten restringir los desarrollos en áreas designadas como no urbanizables e impulsar proyectos acordes con la vocación del suelo, y fortalecer el crecimiento compacto a través de los PCU antes descritos. La comisión Intersecretarial de vivienda, a cargo de la SEDATU, es la encargada de certificar los desarrollos y asegurar que la

certificación se realice de manera coordinada entre los tres órganos de gobierno.

El objetivo de los DC es fomentar la ocupación de la vivienda en zonas adecuadamente equipadas; acercar los hogares a las fuentes de empleos y servicios; promover el uso eficiente de recursos naturales y reducir las emisiones de contaminantes.

### 3.2.3 PROGRAMA DE COOPERACIÓN FINANCIERA PARA LA OFERTA DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO (ECOCASA) (SHF)

Desde 2001, la SHF destaca como una institución de segundo piso que, a través de distintas líneas de fondeo, seguros y cobertura a instituciones financieras autorizadas, impulsa la mejora, autoproducción asistida, adquisición y construcción de vivienda de interés social así como el desarrollo tecnológico en los hogares.

En particular, el programa EcoCasa consiste en otorgar créditos concesionales a desarrolladores de vivienda, para compensar el diferencial en el costo de medidas de eficiencia energética y ecotecnologías que se requieren para alcanzar un 20% de reducciones de CO<sub>2</sub> en comparación con una casa de línea base. De tal forma que, una vivienda de este tipo sea accesible para las familias de bajos ingresos y a la vez, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector.

### 3.2.4 HIPOTECA VERDE (INFONAVIT)

Como parte de los esfuerzos para abatir el rezago de vivienda en materia de eficiencia energética destaca la creación del Programa Hipoteca Verde en el año 2008, el cual asigna un monto adicional de crédito para aquellos trabajadores interesados en incorporar en sus hogares sistemas que incrementen la eficiencia energética (en electricidad, agua y gas).

En el marco de dicho programa, con asistencia técnica de GIZ<sup>4</sup> y del Reino Unido, se desarrolló el sistema de Evaluación de la Vivienda Verde Sisevive-Ecocasa. Esta herramienta es una propuesta que evalúa el desempeño energético y ambiental de la vivienda considerando la eficiencia del diseño arquitectónico (confort térmico), el consumo de energía (proyectado), el consumo de agua (proyectado) y los atributos sustentables del conjunto.

Adicionalmente, el 'Programa Vida Integral' de INFONAVIT va más allá de la implementación de acciones enfocadas a incrementar la eficiencia energética en los hogares y atiende mejoras del entorno urbano y el fortalecimiento del tejido social a través de programas como la Hipoteca Verde con Servicios, instrumento que busca asegurar la recaudación puntual del predial o de las cuotas de conservación para la

mejora de servicios, equipamiento e infraestructura urbana.

### 3.2.5 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VIVIENDA Y SU ENTORNO (ECUVE) (INFONAVIT)

La Ecuve es una de las herramientas diseñadas por INFONAVIT con el propósito de fomentar la generación y socialización de la información para los distintos actores que participan en el sector de la vivienda (desarrolladores, autoridades gubernamentales, instituciones financieras, derechohabientes, etc). En específico, la Ecuve evalúa la calidad de la vivienda y su entorno mediante el avalúo y catálogos definidos por dicha institución.

En síntesis, a nivel federal se han instrumentado políticas e instrumentos que fomentan un estrategia de desarrollo habitacional sustentable. Asimismo, se comienzan a diseñar e implementar programas intersectoriales que atienden las necesidades de la población con menos recursos. No obstante, existe un largo camino por recorrer para consolidar una política federal que refleje el vínculo entre los temas de desarrollo urbano y vivienda. El siguiente apartado comenta los principales retos en la materia y su relación con la NAMA de Vivienda Nueva.



<sup>4</sup> En el marco del 'Programa de Energía Sustentable'

### 3.3 AVANCES Y RETOS

El alto grado de urbanización en México y el patrón de crecimiento urbano extendido, disperso y fragmentado, implican importantes retos para la formulación de políticas públicas ya que la velocidad en la que avanzan los fenómenos sociales es más acelerada a comparación del trabajo institucional y legislativo.

Actualmente, los retos sociales, ambientales y económicos rebasan los límites territoriales y administrativos de las entidades y municipios. Los acuerdos intergubernamentales, la elaboración de convenios, la generación de información y la comunicación de problemas públicos así como la vinculación de distintos actores en la toma de decisiones, son algunos instrumentos que permiten incorporar una visión de sustentabilidad en la ejecución de las políticas públicas. Por esta razón, alinear los esfuerzos sectoriales es fundamental para evitar el uso ineficiente de recursos y la duplicidad de esfuerzos. La tabla 3.1 integra de manera sucinta los principales avances y retos relacionados a temas de desarrollo urbano y vivienda.

Se identificaron siete temas vinculados al entorno urbano, y que se relacionan con la política habitacional como son: modernización en el marco regulatorio aplicable; participación ciudadana; movilidad sustentable; crecimiento compacto; vivienda sustentable; gestión de la ciudad y la revitalización de barrios.



**Tabla 3.1: Resumen de avances y retos en política pública vigente**

Tema	Avances	Retos
Legislación	Instrumentos (normativos, fiscales y/o administrativos) para la gestión de suelo	Redefinición y mejora de instrumentos para implementar sanciones e incentivos estratégicos* Marco normativo vinculante y coordinación intersectorial Programas de desarrollo metropolitanos Definir NOM: Diseño urbano y Planes de desarrollo urbano
Movilidad sustentable	Desarrollos Orientados al Transporte Políticas de movilidad Sistemas integrados de transporte Gestión de uso de automóvil	Articular política de movilidad con la de desarrollo urbano Integrar movilidad sustentable en planes urbanos y metropolitanos Organismos intersectoriales para inversión y operación de infraestructura Incentivar el uso de modos de transporte sustentable
Participación ciudadana	Observatorios urbanos	Obtener autonomía
Crecimiento compacto	Condicionar financiamiento a proyectos inmobiliarios con estándares mínimos Impuestos a suelo subutilizado Programa de consolidación de reservas intraurbanas Criterios de verticalidad	Homologación de criterios entre dependencias* Incrementar la transparencia en el mercado del suelo urbano Transparencia e identificación de zonas aptas para reciclaje urbano Definir densidad con base en la capacidad de carga
Vivienda sustentable	Programas para favorecer la vivienda de interés social de zonas intraurbanas Créditos para ampliar o mejorar viviendas Mitigación y adaptación en la planeación urbana	Vincular programas con rezago habitacional y vivienda abandonada* Vincular programas con las necesidades de vivienda y no únicamente con la demanda de créditos* Diversificar opciones de acceso a la vivienda (no limitarlo a créditos para vivienda nueva). Homogenizar indicadores para la mitigación de GEI* Considerar posibles efectos del cambio climático en el desarrollo urbano (estudios de costo-beneficio)
Gestión de la ciudad	Fondo metropolitano	Reglas de operación para los fondos destinados a la planeación metropolitana
Revitalización de barrios	Intervenir en barrios de deterioro Rescate patrimonial y barrios históricos	Priorizar barrios en deterioro en planes metropolitanos y fondos federales

\* Son aquellos aspectos en los que la NAMA de Vivienda Nueva tiene potencial de incidir positivamente  
Fuente: Centro Mario Molina con información de los documentos mencionados en el Anexo 7.



### 3.3.1 MARCO REGULATORIO

Hacer frente a los cambios de estructura territorial acelerados es un tema concurrente en los tres niveles de gobierno. A pesar de que actualmente existen instrumentos de gestión de suelo en la escala local (por ejemplo, los Planes de Ordenamiento Territorial, los Programas Parciales y los Planes de Desarrollo Urbano), aún hace falta integrar temas como vivienda, empleo, movilidad y desarrollo urbano a través de un marco normativo vinculante. Es decir, se requieren reglamentos, normas y lineamientos que integren, estandaricen acciones y especifiquen atribuciones entre los diferentes ámbitos gubernamentales. También, se requieren incentivos y sanciones claras que fomenten la coordinación intersectorial e institucional.

En este ámbito es importante destacar que la propuesta contenida en este documento deriva de la discusión, consenso y reuniones con las distintas instituciones que influyen en el desarrollo urbano y habitacional del país; con el propósito

de homologar parámetros de elegibilidad así como los procesos de verificación, reporte y cumplimiento para la NAMA de Vivienda Nueva.

### 3.3.2 MOVILIDAD SUSTENTABLE

Una estrategia de movilidad sustentable en los centros urbanos del país requiere de la articulación con la política de desarrollo urbano. Si bien el PNDUyV hace mención a la necesidad de incorporar un modelo de movilidad bajo el esquema de Desarrollo Orientado al Transporte (DOT), aún se requiere diseñar nuevos lineamientos para la elaboración de planes urbanos y metropolitanos que integren a la movilidad sustentable como uno de los elementos clave para el desarrollo de las ciudades y metrópolis del país. Asimismo, en el ámbito de conectividad y accesibilidad vial, se requieren esfuerzos adicionales para ejecutar proyectos integrales que den prioridad al peatón y a los ciclistas en los centros urbanos del país.

Con el propósito de fortalecer las iniciativas actuales que vinculan los temas de movilidad con la política de vivienda, los apartados subsecuentes resaltan la importancia de incluir ciertos parámetros de transporte y movilidad para que una vivienda sea catalogada como NAMA.

### 3.3.3 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El tejido, la convivencia y la cohesión social se fortalecen con el ejercicio pleno de los derechos ciudadanos y la participación ciudadana. Por esta razón, es un parámetro que se considera necesario para la NAMA de Vivienda Nueva (como se discute más adelante).

Actualmente, los observatorios urbanos son uno de los espacios en donde se lleva a cabo el intercambio de conocimiento sobre problemas y soluciones del entorno urbano; permiten integrar a los ciudadanos en los procesos de planeación y por ende, favorecen la democracia participativa. Sin embargo, se requiere impulsarlos y fortalecerlos institucional y económicamente en el país ya que son una pieza que permite a la ciudadanía ejercer una influencia directa en las decisiones de sus representantes.

### 3.3.4 CRECIMIENTO COMPACTO

Aunque el PNDUyV contempla el condicionamiento del financiamiento federal a proyectos inmobiliarios que cumplan con estándares mínimos de localización, conectividad, provisión de servicios y otros criterios básicos de diseño urbano, un aspecto fundamental sería la homologación de criterios entre distintas dependencias que inciden en el desarrollo urbano así como el decreto de zonas de protección ambiental en todas las ciudades mexicanas.

Al respecto, actores clave que inciden en el desarrollo urbano concuerdan en la insuficiencia de instrumentos que incentiven la mezcla de usos de suelo, incrementen la transparencia en el mercado del suelo urbano y controlen la especulación. Si bien el alcance de la propuesta en cuestión no logra corregir la expansión acelerada, los criterios

identificados para la vivienda NAMA motivan que ésta no se ubique en zonas de expansión<sup>5</sup>.

### 3.3.5 VIVIENDA SUSTENTABLE

El PNDUyV establece porcentajes mínimos de vivienda de interés social que deberán considerarse en nuevos desarrollos inmobiliarios intraurbanos. Sin embargo, aún está pendiente orientar la producción social de vivienda en zonas aptas para el desarrollo y adecuadamente conectadas.

Si bien es destacable que la estrategia federal incorpora criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en la planeación urbana (como la NAMA de Vivienda Nueva), se requiere considerar el costo-beneficio de la creación, planeación y diseño de infraestructura física de las ciudades, así como la creación de nuevos mecanismos que orienten el desarrollo urbano hacia modelos más sustentables.

### 3.3.6 GESTIÓN DE LA CIUDAD

Mejorar la infraestructura de las ciudades, recuperar la plusvalía del suelo a favor de la ciudad y fomentar esquemas de participación público-privada son temas contemplados en el PNDUyV. Sin embargo, existen importantes retos para otorgar certidumbre financiera y jurídica a los inversionistas a través de la fijación de reglas claras de operación y definir visiones estratégicas y planes parciales, necesarios para coordinar y dar secuencia a las acciones de los gobiernos locales.

En lo relativo a la NAMA de Vivienda Nueva, un desafío es unificar los formatos de información contenida en los instrumentos de planeación (mapas, planos documentos relacionados a los usos del suelo) a fin de que estos sean datos abiertos y de fácil acceso para todo tipo de usuario: ciudadanos, investigadores, funcionarios públicos, desarrolladores, etc.

<sup>5</sup> Consultar capítulo 9

### 3.3.7 REVITALIZACIÓN DE BARRIOS

La vivienda deshabitada se relaciona con distintos factores como la obsolescencia de los barrios, su inadecuada ubicación y el equipamiento urbano insuficiente o de baja calidad. Sus efectos negativos se reflejan en el abandono o vandalismo de la vivienda, lo cual tiene un grave impacto en la ruptura del tejido social y en la percepción de inseguridad. Si bien los programas federales enfatizan la regeneración de espacios públicos, aún existen importantes retos para priorizar los barrios con mayores carencias en los planes metropolitanos y en la asignación de recursos. A pesar de que la vivienda deshabitada no es el único factor vinculado al deterioro de los barrios, para efectos de la NAMA de Vivienda Nueva, se le considera un criterio fundamental que interviene de manera negativa sobre el tejido social y urbano en la escala barrial.

## 3.4 NAMA

Como se menciona anteriormente, las NAMA son acciones de mitigación nacionalmente apropiadas impulsadas por negociaciones multilaterales para ayudar a los países en vías de desarrollo a lograr sus metas en términos de reducciones de GEI. Las NAMA son apoyadas y habilitadas por tecnología, financiamiento y construcción de capacidades de una manera medible, reportable y verificable. También se diseñan según el nivel de desarrollo, el crecimiento económico y las capacidades de cada país. Es decir, son estrategias voluntarias y diseñadas a la medida, que impulsan transitar de la situación actual hacia un futuro de bajo consumo en carbono.

### 3.4.1 NAMA DE VIVIENDA NUEVA

La NAMA de Vivienda Nueva contenida en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), tiene por objeto garantizar que la construcción de viviendas nuevas en México siga lineamientos que optimicen el uso de energía y agua mediante el diseño arquitectónico, así como el uso de tecnologías cuyo costo-beneficio asegure la prosperidad del



habitante, reduzca el impacto energético y de prioridad a las poblaciones de escasos recursos.

Con el apoyo internacional, se prevé que la mitigación directa reducirá las emisiones de carbono en 400,000 t CO<sub>2</sub>e y que, para el año 2040, la mitigación indirecta corresponda a 2.7 Mt CO<sub>2</sub>e. Para 2020, se busca transitar partiendo de un escenario actual donde el sector vivienda carece de criterios de eficiencia energética hacia un contexto en el que dichas tecnologías tengan una participación en el mercado de vivienda de 5%, generando co-beneficios para 43 mil habitantes de nuevas edificaciones; la asignación de financiamiento privado y público (más de 80 y 120 millones de euros respectivamente) para la construcción de viviendas de bajo consumo energético, así como la capacitación de 140 medianos y pequeños desarrolladores habitacionales en México.

En resumen, el país está en camino de posicionarse a la vanguardia en materia de eficiencia energética, gestión del agua y otros aspectos; también cuenta con instrumentos innovadores como Hipoteca Verde, Ecocasa y los Desarrollos Certificados que gradualmente han cambiado de un enfoque de tecnologías aisladas hacia un desempeño global de la vivienda<sup>6</sup>. No obstante, hasta el momento ninguno de estos instrumentos contempla la ubicación del contexto urbano como un elemento fundamental de la sustentabilidad.

## 4 CRITERIOS DE ENTORNO

En las siguientes secciones se describen los criterios identificados en distintos programas que las instituciones de gobierno utilizan para evaluar las condiciones del entorno al otorgar subsidios a la vivienda, y posteriormente se definen los criterios mínimos seleccionados en tres grupos: capacidad de carga, desempeño urbano y criterios derivados.

<sup>6</sup>Implica considerar la demanda de energía primaria (electricidad y gas) en kWh/ (m<sup>2</sup>\*a) y el consumo de agua así como el cálculo del consumo total de energía para los distintos tipos de edificaciones en las cuatro zonas bioclimáticas

## 4.1 CRITERIOS DEL ENTORNO IDENTIFICADOS EN PROGRAMAS Y ESTUDIOS EXISTENTES

Como resultado de la revisión de la situación de la política de vivienda actual, se identificó la necesidad de establecer criterios estratégicos que aseguren la congruencia de los distintos programas con la nueva política urbana y de vivienda. Si bien el objetivo del estudio no incluye una recopilación exhaustiva de todos los criterios de entorno

presentes en los programas existentes, la identificación de rubros en común asegura la vinculación de los criterios propuestos con los programas y políticas públicas en materia de desarrollo urbano.

La tabla 4.1 integra criterios mínimos de elegibilidad identificados en dichos programas y su construcción deriva de la consulta de diferentes iniciativas gubernamentales y ciudadanas<sup>7</sup>, abarcando los documentos mencionados en el Anexo 7.

Figura 4.1: Criterios existentes  
**PROGRAMAS Y CRITERIOS DE ENTORNO EXISTENTES**

	ORDENAMIENTO TERRITORIAL	ZONAS DE RIESGO	INFRAESTRUCTURA BÁSICA	EQUIPAMIENTO URBANO	VIVIENDA DESHABITADA	PROXIMIDAD A EMPLEO	PROXIMIDAD A TRANSPORTE	DENSIDAD HABITACIONAL	CONTEXTO URBANO	COMPETITIVIDAD MUNICIPAL	CREACIÓN DE COMUNIDAD
Reglas de Operación del programa para el subsidio a la vivienda (SEDATU-CONAVI)	✓	(3)	✓	✓	(3)	✓	(1)	✓	✓		
Perímetros de Contención Urbana (SEDATU-CONAVI)			✓			✓		✓			
RENARET (SEDATU)			✓	✓		✓	(1)		✓		
Desarrollos Certificados (CONAVI-SHF-SEDATU)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(2)	✓	✓	✓	
Cooperación Financiera para la Oferta de Vivienda Sustentable (SHIF) (ECOCASA)	(5)	(4)	✓	(7)	(9)	(8)	✓	(6)			
PROCURHA (SEDATU)	✓		✓					✓			
Programa Consolidación Reservas Urbanas (SEDATU)	✓	✓	✓	✓				✓			
Hipoteca Verde (INFONAVIT)					✓						✓
Hipoteca con Servicios (INFONAVIT)					✓					✓	✓
ECUVE (INFONAVIT)				✓						✓	
Programa Vida Integral (INFONAVIT)				✓						✓	
Norma de edificación sustentable (SEMARNAT)	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	

<sup>7</sup>Del sector público se incluyen programas de INFONAVIT, FOVISSSTE, la CONAVI, SEDATU y SHF así como iniciativas de la sociedad civil.

Se identificaron once áreas de incidencia en los criterios existentes. La mayoría de las cuales hacen referencia a una buena ubicación para garantizar la sustentabilidad de los conjuntos habitacionales. Éstas se agrupan en: (1) ordenamiento territorial, (2) zonas de riesgo, (3) provisión de infraestructura básica, (4) inclusión de equipamientos y servicios urbanos, (5) viviendas deshabitadas, (6) accesibilidad a zonas de empleo, (7) transporte y movilidad, (8) densidad, (9) contexto urbano, (10) competitividad municipal y (11) creación de comunidad.

A partir de dichas áreas se identificaron criterios mínimos para evaluar cada una y se clasificaron en tres grupos de criterios: los de capacidad de carga, de desempeño urbano y los derivados. Los primeros son considerados como requerimientos básicos para aplicar a un financiamiento de

vivienda de interés social. En este ámbito ha habido grandes avances, sin embargo existen áreas de mejora mencionadas en la siguiente sección (4.2.1).

El segundo grupo responde a los criterios identificados como los más esenciales para un desempeño urbano eficiente. Dichos criterios son fácilmente cuantificables y verificables a través de fuentes públicas, lo cual facilita su implementación y monitoreo a futuro. Dichos criterios se explican en la sección 4.2.2.

Finalmente los criterios derivados son aquellos que dependen de otros parámetros y que podrían ser implementados a mediano o largo plazo (ver sección 4.2.3). La figura 4.2 muestra la clasificación propuesta.



Figura 4.2: Clasificación de criterios  
La figura muestra la clasificación de los criterios identificados.

La temporalidad de dichos criterios es un factor clave para asegurar su implementación y progreso hacia el futuro. Se proponen tres fases para el cumplimiento de cada uno: a corto, mediano y largo plazo. Dichas fases se alinean a los cambios sexenales de la administración federal. A corto plazo se establece un límite acorde a la presente administración, es decir hasta el 2018. A mediano plazo se proponen los seis años siguientes (2019-2024), mientras que a largo plazo el periodo subsecuente (2025-2031).

A continuación se describen los parámetros de cada criterio, alineados con la temporalidad y se menciona el lineamiento político o herramienta existente y en algunos casos propuesta para su verificación.

Cabe mencionar que se buscó utilizar elementos identificados dentro de los programas existentes para asegurar su congruencia. En algunos casos simplemente se vuelven más estrictos a medida que progresa su temporalidad. En los casos en los que se proponen parámetros nuevos, se buscó que fueran sencillos de implementar y de monitoreo automático.

## 4.2 CRITERIOS MÍNIMOS

### 4.2.1 CAPACIDAD DE CARGA

En el contexto del crecimiento tipo 3D (desconectado, distante y disperso) de las ciudades mexicanas y su impacto en la sustentabilidad, una de las alternativas más apoyadas para revertir esta tendencia de expansión es la densificación urbana. No obstante, no existe una receta única para la sustentabilidad económica, social y ambiental de las grandes aglomeraciones; existen ciertas condiciones que se deben fomentar para que a través de la densificación, sea posible incrementar el bienestar social de las personas y potenciar el desarrollo económico del país.

Al respecto, el Senado de la República junto con la CONAVI y organizaciones de la sociedad civil presentó el estudio "México Compacto: Las condiciones para la densificación urbana inteligente en México". Dentro de las condiciones

identificadas, destaca el concepto de capacidad de carga ya que, al no considerar una evaluación costo-beneficio de incrementar la densificación por parte de los tomadores de decisiones, pueden llegar a imponer presiones sociales, ambientales, urbanas y económicas a otras partes de la ciudad y sus habitantes en el corto y largo plazo.

De acuerdo al estudio, la capacidad de carga urbana se basa en la capacidad instalada de los servicios públicos (por ejemplo: agua potable, alcantarillado, electrificación, escuelas, hospitales y vialidades) para absorber mayores densidades de población y construcción. En este sentido, el CMM enfatiza la importancia en la definición de la capacidad de carga adecuada y recomienda asegurarse de su cumplimiento como criterio mínimo para la implementación de la NAMA de vivienda. Las áreas de principal relevancia se describen a continuación.



## ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El ordenamiento territorial nos permite asegurarnos de tener la capacidad de carga adecuada al regular la forma en la que se ocupa el territorio. Para la evaluación de este criterio se recomiendan tres parámetros, los cuales se vuelven más estrictos según su temporalidad: corto, mediano o largo plazo.

En el corto plazo, se plantea una medida contemplada en las Reglas de Operación (ROP). Esta refiere a que la ubicación de los conjuntos dentro las áreas autorizadas por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU). A mediano plazo y largo plazo, se solicita que dichos planes municipales tengan congruencia con los estatales o metropolitanos, según sea el caso. Su verificación se propone a través de la creación de una nueva capa de información georeferenciada con los PMDU y PDU en el portal del Registro Único de Vivienda (RUV). De esta forma se facilita su verificación y en especial, la congruencia entre los instrumentos de planeación.

El segundo parámetro tiene que ver con la ubicación del conjunto dentro de los Perímetros de Contención Urbana (PCU), mismos que se encuentran vigentes en las ROP. A corto plazo se solicitará que los desarrollos se encuentren en los perímetros U3 (sujeto a regla particular de continuidad)<sup>8</sup>, o en U2 o en U1. A mediano y largo plazo se restringe la ubicación a los perímetros U2 y U1, de esta forma se garantiza que los desarrollos tengan por lo menos una cobertura de infraestructura básica.

La razón por la que los parámetros a largo plazo son iguales a los de a mediano plazo, es con el fin de prever que una vez que se empiecen a desarrollar las áreas intraurbanas como se tiene planeado en la actual política de vivienda, será cada vez más difícil encontrar espacios dentro del perímetro U1 para desarrollar. De manera similar al

parámetro anterior, éste se verificará a través los PCU que actualmente forman parte del RUV.

El tercer parámetro busca fomentar la mezcla de usos de suelo dentro de los desarrollos a través de un porcentaje mínimo de comercio y/o servicios requeridos. De la misma manera que las ROP, a corto plazo se solicita por lo menos 20 % del área vendible construida dentro del conjunto para usos comerciales y/o de servicios. Estos usos deberán ya haber sido edificados antes de la ocupación de las viviendas. A mediano y a largo plazo se incrementan dichos porcentajes a 25% y 30% respectivamente, hasta un máximo de 70 % en los usos habitacionales. La forma de verificar este criterio (misma que actualmente especifican las ROP) será a través de la carga de planos del proyecto al sistema RUV, indicando las áreas destinadas al comercio y servicios.

## Ordenamiento territorial

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Ubicación dentro de las áreas autorizadas en el PMDU actualizado.*	Ubicación dentro de las áreas autorizadas en la PMDU actualizado* y congruente con PEDU	Mismas que para el mediano plazo	Integrar PMDU y PEDU en el RUV
Ubicación dentro en PCU, U1, U2 Y U3 (aplica regla de continuidad)*	Ubicación dentro de PCU U1 Y U2*	Mismas que para el mediano plazo	Perímetros de contención urbana en el RUV
20% de comercio y/o servicios**	25% de comercio y/o servicios.	30% de comercio y/o servicios.	Planos del proyecto cargados en el RUV

<sup>8</sup> La regla particular de continuidad menciona que los desarrollos implementados en U3 se deben localizar de manera continua al U2, evitando dejar vacíos urbanos.



## ZONAS DE RIESGO

En México, ante la insuficiencia de oferta de suelo asequible, se han establecido asentamientos irregulares en zonas de riesgo. Actualmente 11 % de las viviendas existentes se ubican cerca o sobre el cauce de un río; 2.3 % sobre rellenos sanitarios, cuevas o minas y 9 % sobre barrancas. Un escenario de tal magnitud plantea que, antes de considerar un aumento de densidad en una localidad, es necesario evaluar las zonas propensas a riesgos hidrometeorológicos como huracanes, inundaciones y deslizamientos de terreno.

Si bien en los últimos años ha habido avances importantes de los gobiernos locales en la planeación del desarrollo urbano y territorial ordenado y sustentable, México ha iniciado una lenta transición de un sistema de protección civil reactivo a uno preventivo. A través del Atlas Nacional de Riesgo coordinado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) con el apoyo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) como órgano técnico, se ha impulsado la integración del desarrollo urbano con las estrategias de cambio climático. Sin embargo, hasta el momento, sólo once entidades están en el proceso de elaborar Atlas de Riesgo Estatales. Mientras tanto, sólo se han elaborado 296 Atlas Municipales de los 2,456 municipios del país.

A pesar de que los atlas de riesgo municipales son las herramienta de planeación comúnmente utilizadas para la prevención de asentamientos humanos en zonas de riesgo, hasta el momento no se ha incorporado la obligatoriedad de utilizarlos para planeación municipal. Sin embargo, la administración federal actual plantea su inclusión como línea de acción y así, “evitar asentamientos humanos en zonas de riesgo y disminuir la vulnerabilidad de la población urbana ante desastres naturales”.

Teniendo en mente que la política federal apunta a la utilización de los atlas de riesgo municipales como herramientas de planeación, se establece como criterio para todas las temporalidades la utilización de los mismos.

Por otro lado, ante la ausencia de estos instrumentos en la planeación, se plantean alternativas para los parámetros a corto y mediano plazo. En caso de no contar con Atlas Municipal, se puede utilizar el Atlas Estatal de Riesgo.

Finalmente, solamente para el corto plazo, se plantea una tercera alternativa basada en el Atlas Nacional de Riesgos. En este caso solo se autorizarán desarrollos que se encuentren dentro de los municipios que no presenten riesgo ante inundaciones con base en el Atlas Nacional de Riesgos. La verificación de dichos parámetros se propone a través del portal del RUV, que, en coordinación con la CENAPRED, deberá mantener la información de los atlas de riesgos actualizada.

### Zonas de riesgo

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Atlas Municipal de Riesgos	Mismas que para corto plazo	Mismas que para corto plazo	Atlas Municipal de Riesgos
Atlas de Estatal Riesgo	Mismas que para corto plazo	NA	Atlas de Nacional de Riesgos
Municipios no propensos a inundaciones según el Atlas Nacional de Riesgos	NA	NA	Atlas de Nacional de Riesgos



## DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA

Las ciudades y zonas metropolitanas mexicanas concentran los polos de actividad económica del país y son las mayores consumidoras de recursos naturales y energéticos. A la par, el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos habla del derecho de todos los ciudadanos a una vivienda digna y decorosa. Una vivienda digna y decorosa debe contar, entre otras cosas, con los servicios básicos urbanos necesarios para el bienestar de sus habitantes. Estos son: acceso a agua entubada, a drenaje y a energía eléctrica. Sin embargo, la forma en la que este derecho se ejerce, es decir, la forma en la que se provee de infraestructura, tiene impactos directos en la manera y cantidad en que se utilizan los recursos naturales. Es por eso que un criterio esencial a considerar para la NAMA de Vivienda Nueva es que ésta se ubique en zonas adecuadamente equipadas con infraestructura suficiente y de buena calidad. Es cierto que actualmente para aplicar a un financiamiento federal, la vivienda nueva tiene que contar con acceso a infraestructura básica.

Como parámetro se requiere asegurar la conexión a la red municipal de agua, drenaje y electricidad. Se dará preferencia a las viviendas que cuenten con tecnologías a nivel conjunto que reduzcan eficientemente el consumo de recursos. Sin embargo, no se pueden hacer obligatorias estas medidas, debido a las particularidades de cada región. Es decir, existen zonas en donde una medida como el tratamiento de agua es pertinente, y otras en donde a nivel municipal ya se tienen grandes avances por lo que sería ineficiente solicitarlo. De manera similar, la captación de agua pluvial puede no ser posible en todas las regiones del país.

Especialmente en el tema de acceso a los conjuntos, es en donde existe espacio de mejora. De la misma manera que en las ROP, a corto plazo se sugiere asignar un mínimo de dos accesos por conjunto, siempre y cuando no sean a través de una vía federal o estatal. A mediano plazo esta medida se incrementa a tres accesos, de los cuales dos no deben ser a través de una vía federal o estatal. Finalmente a largo plazo se recomienda

restringir los conjuntos “cerrados” o de acceso controlado debido a que rompen con la conectividad urbana de su contexto, a la vez que fomentan la segregación socio espacial e incentivan formas de movilidad no sustentables. Este parámetro impacta directamente en el bienestar de sus habitantes, quienes tienen que solventar el recorrer grandes distancias por medio de un transporte informal al interior del conjunto (normalmente mototaxis). Es por eso que se propone como criterio limitar la distancia máxima entre el acceso y las viviendas del conjunto a 800 m en el corto plazo, a 600 m a mediano plazo y a 400 m en el largo plazo. Quedarán exentos los desarrollos que comprueben contar con una ruta de transporte público (concesionado o estructurado). La dotación de infraestructura será verificada a través de los planos cargados por el desarrollador en el portal del RUV, de la misma manera en que se verifican los criterios de las ROP.

### Dotación de infraestructura básica

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo
Conexión a la red municipal de agua al 100%	Mismas que para corto plazo
Conexión al drenaje municipal al 100%	Mismas que para corto plazo
Conexión a la red eléctrica municipal al 100%	Mismos que a corto plazo
Acceso por vía no federal o estatal (mínimo 2 accesos)	2 accesos por vía no federal o estatal (mínimo 3 accesos)*
Distancia máxima a los accesos de 800 m**	Distancia máxima a los acceso de 600 m**
A largo plazo	Verificación
Mismas que para corto plazo	Planos del proyecto cargados en el RUV
Mismas que para corto plazo	Planos del proyecto cargados en el RUV
Mismos que a corto plazo	Planos del proyecto cargados en el RUV
No se autorizarán conjuntos cerrados	Planos del proyecto cargados en el RUV*
Distancia máxima a los accesos de 400 m**	Planos del proyecto cargados en el RUV*



## EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS

Una estructura urbana densa, compacta, dinámica, policéntrica y equitativa que promueve usos mixtos, vivienda, equipamiento y espacio público de calidad, impulsa la conformación de una ciudad competitiva. Estos son atributos del entorno urbano que inciden positivamente en la calidad de vida de los ciudadanos, jugando un papel relevante en el desarrollo económico de los barrios al activar su economía local.

Además, es importante destacar que la proximidad a servicios y equipamiento público y la mezcla de los usos del suelo, son condiciones del entorno que reducen significativamente las necesidades de movilidad de la población y por ende, el consumo energético.

En el sistema normativo de la SEDESOL<sup>9</sup> se establecen los lineamientos y criterios de equipamiento que aplican las dependencias de la Administración Pública Federal, para producir y distribuir los equipamientos a su cargo, por lo tanto es el instrumento indicado para definir su dotación. El sistema agrupa el equipamiento en 12 subsistemas: educación, cultura, salud, asistencia social, comercio, abasto, comunicaciones, transporte,

recreación<sup>10</sup>, deporte, administración pública y servicios urbanos. A través de sus cédulas técnicas, establece la locación, dotación, dimensionamiento y dosificación del equipamiento, incluyendo los radios de servicio recomendables.

Comúnmente, la normativa local obliga a los desarrolladores a cumplir con la dotación de equipamiento a través de los **rangos de población** del conjunto habitacional. Sin embargo como requisito de la NAMA de Vivienda Nueva se sugiere considerar también los **radios de servicio recomendables**, y con base en ellos, proveer el equipamiento necesario. De esta forma se asegura la provisión de equipamiento complementario que, a pesar de no ser requerido por el **rango de población** del conjunto, los radios demuestren que la zona colindante lo requiere. Cabe mencionar que dichos equipamientos deberán de ser de acceso público, con el propósito de garantizar el acceso a toda la población del conjunto.

Se propone la verificación a través de una nueva capa de información SIG con los equipamientos existentes integrado al sistema del RUV.

### Equipamiento y servicios

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Cumplir con la dotación según rango de población y radios de servicio de la SEDESOL	Mismas que para corto plazo	Mismas que para corto plazo	Crear capa de información SIG con equipamientos y radios recomendados y cargar en el RUV

<sup>9</sup> El cual puede consultarse desde <http://www.inapam.gob.mx/es/SEDESOL/Documentos>.

<sup>10</sup> Incluye plazas cívicas, juegos infantiles, jardines vecinales, parques de barrio, parques urbanos, áreas para ferias y exposiciones, salas de cine y espacios para espectáculos deportivos.



## VIVIENDA DESHABITADA

Hasta el año 2013, el INFONAVIT registró casi 120 mil viviendas vacías en el país. Su abandono está relacionado con múltiples factores; entre ellos destaca la ubicación de los conjuntos habitacionales alejada de los centros atractores de viajes y de redes familiares y sociales (escuelas, trabajo, hospitales y lugares de recreación), así como la falta de inversión para garantizar la provisión de equipamiento y servicios de calidad, generando mayores gastos tanto para los usuarios de las viviendas como para el gobierno.

El incremento de las distancias al interior de las ciudades se ha traducido en un gasto correspondiente al 25% de los ingresos de las familias invertido en el traslado. Mientras que, para el gobierno, el gasto asociado a la provisión de servicios públicos en una ciudad expandida se incrementa alrededor de 40%<sup>11</sup>.

A pesar de que el abandono de la vivienda es un problema reconocido por el gobierno existen pocos estudios que sean indicativos de la magnitud del problema y otros documentos no son públicos. El INFONAVIT cuenta con inventarios de viviendas abandonadas y lo utiliza para focalizar estrategias de renovación urbana, sin embargo, este inventario no es público y no comprende todos los desarrollos habitacionales.

También es importante definir el concepto de vivienda abandonada, ya que para algunas instituciones financieras el abandono solamente se detecta al presentarse una falta de pago por parte del usuario. Sin embargo en muchas ocasiones el usuario sigue pagando la vivienda aunque ya no habite en ella.

En la búsqueda por encontrar un indicador de abandono que sea público, de fácil actualización y que comprenda la mayoría del parque habitacional nacional, sugerimos utilizar como parámetro el número de viviendas deshabitadas en un radio de 5 km. Este dato se obtiene a partir del censo de población del INEGI, al restar del total de viviendas el total de viviendas habitadas. A pesar de que una vivienda deshabitada no necesariamente está abandonada, se toma el total de viviendas deshabitadas a falta de otro indicador que cumpla con las características antes descritas.

Para la temporalidad a corto plazo se sugiere que el porcentaje de viviendas deshabitadas no sea mayor al 15%, mientras que para el mediano plazo este porcentaje se reduce al 10% y para el largo plazo es del 5%. De manera similar a los anteriores, este indicador se verifica al cargar una capa con la información de las viviendas deshabitadas en el portal del RUV.

<sup>11</sup> De acuerdo al estudio titulado: "Ciudades Mérida: Escenarios de crecimiento", en Mérida, el costo de proveer servicios públicos para una población más densa y concentrada implica un ahorro de 40% comparado con su tendencia actual.

### Vivienda deshabitada

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Máximo 15% de viviendas deshabitadas en un radio de 5km	Máximo 10% de viviendas deshabitadas en un radio de 5km	Máximo 5% de viviendas deshabitadas en un radio de 5km	Crear capa de información del INEGI y cargar en el RUV

## 4.2.2 DESEMPEÑO URBANO

A diferencia de los criterios mínimos descritos en la sección anterior (4.2.1), a continuación se presentan una serie de criterios que contribuyen directamente a un mejor desempeño urbano. Adicionalmente, éstos son criterios que se pueden analizar a partir de bases de datos públicas lo cual transparenta el proceso de selección de las áreas prioritarias para los desarrollos de vivienda NAMA.



### ACCESO A EMPLEO

Una ciudad desbalanceada, en términos de empleo y vivienda, fomentará el desplazamiento de su población hacia zonas de trabajo centralizadas, deteriorando su calidad de vida debido a los largos tiempos de traslado y altos costos asociados al transporte. Por otra parte, los usos de suelo monofuncionales (principalmente habitacionales) provocan que las fuentes locales de empleo se vean afectadas; muchas veces esto provoca que se generen empleos informales dentro de los conjuntos habitacionales, transformando los frentes de las viviendas en comercios y servicios.

Al asegurar que los desarrollos se ubiquen en zonas que ofrezcan una alta densidad de empleos se elevan las probabilidades de que su población reduzca sus distancias y tiempos recorridos. Para este criterio se sugieren cumplir

diversas densidades de empleo, desde los 10 empleos por hectárea para los parámetros a corto plazo hasta 20 y 30 empleos por hectárea para los parámetros a mediano y largo plazo, respectivamente.

Los empleos son estimados a partir de información del Directorio Nacional de Unidades Económicas del INEGI, el cual es información pública actualizada regularmente. Cada unidad económica indica un rango de empleos, para este ejercicio se sugiere considerar el límite inferior de dicho rango y sacar la densidad de empleos en un radio de 5 km. Una vez más, al crear la capa de información a partir del DENU, ésta se puede cargar en el RUV para facilitar la verificación del indicador.

### Acceso a empleo

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Densidad promedio de 10 empleos/ha en un radio de 5 km	Densidad promedio de 20 empleos/ha en un radio de 5 km	Densidad promedio de 30 empleos/ha en un radio de 5 km	Crear capa de información del DENU y cargar en el RUV



## ACCESO AL TRANSPORTE

A la par del empleo, el acceso al transporte estructurado<sup>12</sup> puede fomentar comportamientos de movilidad diferentes. Se ha comprobado que la población que vive cerca del transporte estructurado tiende a recorrer menores distancias a sus destinos, a reducir el tiempo de traslado, el consumo de gasolina y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Cabe mencionar que debido a que la mayoría de las ciudades mexicanas no cuentan con transporte estructurado, fue necesario considerar el transporte no estructurado para los parámetros a corto y mediano plazo. La diferencia entre

ellos reside en el número de rutas de transporte —una a corto plazo y dos a mediano plazo—. A largo plazo se condiciona la ubicación cerca de rutas de transporte estructurado. La verificación se lleva a cabo a través del RUV, considerando las rutas de transporte actualmente cargadas en el sistema.

331

<sup>12</sup> Se considera como transporte público estructurado todo aquel que tenga alta capacidad de transporte de pasajeros, que cubre grandes distancias en corto tiempo y que asegure su calidad por medio de seguridad, confiabilidad y comodidad de sus unidades. Tiene rutas y paradas establecidas y en ocasiones un carril confinado que agiliza sus rutas.

### Acceso a transporte

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Ubicación a 800m de una ruta de transporte no estructurado	Ubicación a 800m de dos rutas de transporte no estructurado	Ubicación a 800m de una ruta de transporte no estructurado	Rutas de transporte en RUV



## DENSIDAD

La densidad determina la forma en que se ocupa el suelo requerido para la vivienda; también puede ayudar a promover la calidad del entorno urbano, por ejemplo, al aumentar la intensidad de la vida en las calles. Mientras las ciudades sigan atrayendo habitantes, el aumento en densidad es una de las mejores opciones para controlar la expansión urbana, no obstante, para lograr la composición de un buen diseño urbano, tiene que haber un balance entre la mezcla de usos de suelo, accesibilidad a espacios públicos y áreas verdes, entre otros factores.

Se propone como criterio cumplir límites mínimos de densidad habitacional que aseguren una ocupación eficiente del suelo urbano. Para evitar hacer recomendaciones de densidad que no respondan a las características específicas de su contexto, se sugiere analizar la densidad permitida en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y evaluar en que porcentaje se está cumpliendo con la misma. De tal forma que se establezcan porcentajes mínimos de cumplimiento de la densidad permitida en los PMDU que se irán incrementando a la par de las temporalidades. Comenzando por cumplir un mínimo del 50% de la densidad

permitida en los PMDU a corto plazo, un 60% a mediano plazo y un 70% a largo plazo.

El desarrollador deberá cumplir estas densidades al interior del conjunto propuesto. Sin embargo para asegurarnos de evitar la generación de desarrollos densos aislados de las zonas consolidadas se incluyen los criterios de 'Acceso a empleo' y 'Vivienda deshabitada', mencionados en las secciones anteriores (4.2.2 y 4.2.1). Aquí yace la importancia de tener criterios interrelacionados que se fortalecen entre sí.

La densidad permitida se obtiene a partir de los PMDU y una vez que el desarrollador registra su proyecto en el RUV se puede verificar en que porcentaje está cumpliendo con la densidad deseada.

332

### Densidad

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Cumplimiento mínimo de densidad permitida en PMDU de 50%*	Cumplimiento mínimo de densidad permitida en PMDU de 60%*	Cumplimiento mínimo de densidad permitida en PMDU de 70%*	Capa de PMDU cargada en el RUV



## CONTEXTO URBANO

El contexto urbano es un concepto amplio que incluye, entre otros factores, la configuración y diseño urbano de los conjuntos. Estos factores influyen directamente en patrones de desempeño urbano, por ejemplo, en movilidad de los habitantes, favoreciendo o no los viajes peatonales sobre los viajes realizados en vehículos motorizados. Sin embargo, que puede resultar difícil determinar si un conjunto cumple o no con dichos factores.

Un indicador comúnmente utilizado para evaluar el contexto urbano es el tamaño de las manzanas. Un tamaño pequeño de manzanas se asocia con una alta densidad de intersecciones viales, por lo que es más probable que este mejor integrada la traza urbana y favorezca los recorridos peatonales. Es un indicador relativamente fácil de obtener por medio de la superficie promedio de las manzanas con información disponible a nivel nacional.

Se propone variar los límites de la clasificación conforme avanza la temporalidad de los parámetros, es decir, que el límite de los de corto plazo será 1.4 ha, mientras para mediano plazo será de 1.2 ha y para el largo plazo de 1 ha. La verificación se hace a través del portal del RUV, al cargar una capa georeferenciada con los tamaños de manzanas obtenidos del INEGI.

Contexto urbano	
Parámetros a corto plazo	A mediano plazo
Área promedio de las manzanas menos a 1.4 ha	Área promedio de las manzanas menos a 1.2 ha
A largo plazo	Verificación
Área promedio de las manzanas menos a 1 ha	Capa de INEGI cargada en el RUV

## 4.2.3 CRITERIOS DERIVADOS



### COMPETITIVIDAD MUNICIPAL

Gran parte de la problemática de los desarrollos habitacionales construidos en la última década en zonas periféricas es su municipalización. Una vez que el desarrollador culmina la venta de las viviendas el mantenimiento de la infraestructura —vialidades, alumbrado público, agua y drenaje— corre a cargo del Municipio. Sin embargo muchas veces éste no cuenta con la solidez financiera para hacerse cargo de dicho mantenimiento y los conjuntos se ven afectados por el deterioro de su infraestructura.

Con el objeto de contrarrestar esta problemática se sugiere como criterio mínimo verificar la competitividad municipal. Esto se hace a través de dos parámetros: se evalúa la disponibilidad de recursos públicos por unidad de área y la independencia financiera del municipio.

Los recursos normalmente se asignan con base en la población municipal, sin embargo las inversiones en infraestructura que el municipio debe hacer no necesariamente se alinean con el número de habitantes sino con su superficie. Por ejemplo, las inversiones en infraestructura vial dependen de los km de vialidad. Una ciudad extendida requerirá mayor inversión en infraestructura que una ciudad compacta aunque su población sea similar. Es por eso que este parámetro divide el gasto promedio destinado al rubro de inversión entre la superficie urbana actual del municipio (pesos/km<sup>2</sup>). Se excluye el gasto corriente y la deuda, ya que normalmente están comprometidos<sup>13</sup>. En el caso de las zonas metropolitanas, se presenta la suma del gasto de inversión del total de los municipios que las conforman y se divide en la superficie urbana actual de la zona metropolitana.

<sup>13</sup> No obstante, es importante señalar que el ejercicio del gasto de inversión es una facultad exclusiva de cada municipio.

Para estimar los rangos mínimos de los criterios se analizó la disponibilidad de recursos de las 59 zonas metropolitanas del país. Posteriormente se seleccionó el segundo decil de la disponibilidad de recursos como límite para el parámetro a corto plazo (\$1 millón de pesos/km<sup>2</sup>), el 15 percentil para medio plazo (\$1.2 millones de pesos por km<sup>2</sup>) y el primer decil para largo plazo (\$1.5 millones de pesos por km<sup>2</sup>) como se muestra en la tabla [tablacompetitividad].

Por otro lado la independencia financiera del municipio también es indicador de la solidez municipal. Este indicador muestra la relación entre las participaciones y aportaciones federales —y estatales— y los ingresos propios del municipio. Es decir, nos indica que tan resiliente es el municipio con base a sus recursos propios. De manera similar al criterio anterior se realizó un análisis en las 59 zonas metropolitanas para determinar los parámetros y se tomaron los límites entre el primer y el segundo decil de los casos analizados como referencia. A corto plazo se solicita independencia financiera en por lo menos el 10% de los recursos totales, mientras que a mediano plazo se solicita el 15% y a largo plazo el 20% de ingresos propios.

Ambos criterios se estiman a partir de información pública proporcionada por INEGI y actualizada periódicamente. Se

propone generar una capa de información y cargarla en el portal del RUV para su verificación.

334

## Competitividad municipal

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Disponibilidad de recursos municipales mayor a \$1 millón pesos/km <sup>2</sup>	Disponibilidad de recursos municipales mayor a \$1.25 millones pesos /km <sup>2</sup>	Disponibilidad de recursos municipales mayor a \$1.5 millones pesos/km <sup>2</sup>	Capa de INEGI cargada en el RUV
Independencia financiera del municipio en 10%	Independencia financiera del municipio en 15%	Independencia financiera del municipio en 20%	Capa de INEGI cargada en el RUV



## CREACIÓN DE COMUNIDAD

Con el fin de asegurar la habitabilidad del conjunto en armonía se implementa un criterio que fomente la creación de comunidad. En muchas ocasiones los problemas dentro de las comunidades comienzan por la falta de coordinación en el manejo de servicios que requiere el desarrollo. Es por eso que se plantean dos criterios que facilitan este proceso y crean certidumbre para los miembros de la comunidad.

El primer criterio, de manera similar a lo establecido por las ROP, es contar con un promotor vecinal acreditado por el

padrón del INFONAVIT. Adicionalmente se solicita la inscripción al programa Hipoteca con Servicios del INFONAVIT, el cual facilita los pagos de cuotas de mantenimiento del conjunto y predial de la vivienda. A través de estas dos medidas se previenen futuros conflictos como resultado de la gestión del conjunto habitacional.

Estos criterios se mantienen constantes en las tres temporalidades y se verifican a través del registro de promotores en el portal del RUV.

### Creación de comunidad

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Verificación
Existencia de un promotor vecinal* y lote con servicios.	Mismo que a corto plazo	Mismo que a corto plazo	Certificación e identificación que acredita al promotor cargada en el RUV

\*Criterios incluidos actualmente en las Reglas de Operación.

## 5 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

### 5.1 OBSTÁCULOS Y ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS

Se identificaron obstáculos que inciden en la implementación de criterios por parte de los actores clave<sup>14</sup>. En la siguiente tabla se presenta un listado de los mismos, así como una posible solución para hacerles frente:

#### Obstáculos y alternativas identificadas

Parámetros a corto plazo	A mediano plazo
Actualización de los criterios	Asegurar la relación de criterios con el PNDUyV Generar herramientas que permitan la actualización de manera automática
Coordinación interinstitucional y sectorial	Emplear herramientas de análisis de actores Identificar coincidencias en programas y políticas públicas Definir los criterios mínimos asegurando las capacidades de cada dependencia
Definición de temporalidad adecuada para cada criterio	Incorporar fases y alternativas para el cumplimiento de los mismos
Prioridad de los criterios	Diferenciar entre los criterios de cumplimiento urgente y los de implementación gradual
Vinculación de la NAMA de Vivienda Nueva con programas existentes	Aprovechar herramientas existentes

336

Con base en lo anterior se detectó la importancia de la actualización de criterios, de la coordinación interinstitucional, de la temporalidad de los criterios, así como de la vinculación con programas existentes. Es por eso que este estudio propone la creación de una herramienta que compile los criterios y facilite su monitoreo, reporte y verificación así como que asegure la fácil actualización de la información y de los parámetros de manera transparente.

Actualmente muchos de los programas existentes utilizan el portal SIG del RUV como plataforma para registrar y verificar

los desarrollos aptos para financiamiento. El RUV es una plataforma operativa y tecnológica que posee el acervo de información más robusto sobre el sector de vivienda en el país. Por lo tanto, para la aplicación de los criterios de entorno se recomienda la utilización de dicha plataforma para el proceso de registro de un nuevo Proyecto NAMA de vivienda. Inclusive, si así se desea, se podrían incorporar capas con las zonas que solamente por su ubicación ya cumplen con la mayoría de los criterios y de esa forma focalizar los esfuerzos.

<sup>14</sup>Consultar detalle de la minuta del taller en el Anexo [minutas]

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Además de aprovechar los indicadores existentes identificados en otros programas, como las Reglas de Operación y los Perímetros de Contención Urbana, se considera la consolidación de otros sistemas de evaluación como el Sisevive-Ecocasa. Este sistema incluye herramientas que evalúan en consumo de energía y agua en las edificaciones, a través del Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda (DEEVi) y de la Simulación de Ahorro de Agua en la Vivienda (SAAVi) y sería complementado con la herramienta de Criterios de Entorno, definida conceptualmente en el presente estudio. De tal manera que se consolide un solo sistema de calificación integrado, como el 'Índice de Desempeño Global' (IDG), que actualmente es utilizado por el Sisevive-Ecocasa.

De esta forma se garantiza que el proceso de implementación, reporte y verificación de los indicadores de entorno propuestos, sea de manera ágil, sencillo y transparente. Facilitando así la operación para todos los tomadores de decisión que inciden en el sector de vivienda en México, tanto como para los desarrolladores y demás actores involucrados en la construcción de la vivienda, como para los usuarios.

La figura 5.1 explica el proceso de registro de un nuevo proyecto NAMA, incluyendo los actores, insumos y productos del sistema.



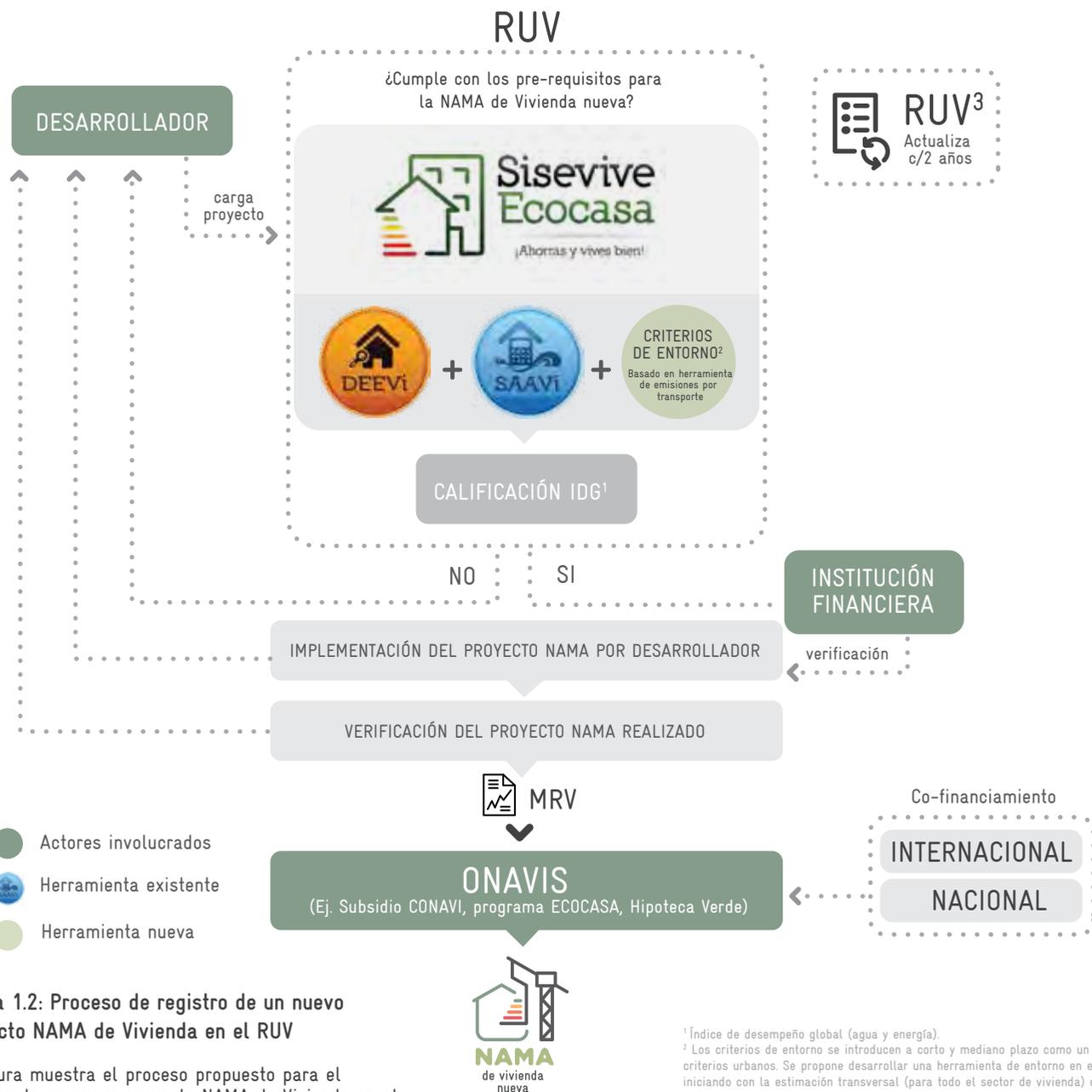


Figura 1.2: Proceso de registro de un nuevo Proyecto NAMA de Vivienda en el RUV

La figura muestra el proceso propuesto para el registro de un nuevo proyecto NAMA de Vivienda en el RUV. Incluye los actores involucrados, así como los insumos y productos del sistema. Elaboración propia.

<sup>1</sup> Índice de desempeño global (agua y energía).

<sup>2</sup> Los criterios de entorno se introducen a corto y mediano plazo como un 'filtro' de criterios urbanos. Se propone desarrollar una herramienta de entorno en el RUV iniciando con la estimación transversal (para todo el sector de vivienda) de las emisiones por transporte en función de la localización de la vivienda. A mediano y largo plazo se propone desarrollar una línea base para los criterios de entorno e introducir un IDG de entorno.

<sup>3</sup> La actualización se realiza bajo la supervisión del comité de mantenimiento.

El proceso comienza cuando el desarrollador carga la información requerida del proyecto en la plataforma del RUV, como detalles del proyecto arquitectónico, del plan maestro y, en su caso, el certificado e identificación de su promotor vecinal. La plataforma automáticamente obtendrá una calificación del IDG, el cual compila los resultados de la DEEVi, la SAAVi y de la herramienta de Criterios de Entorno.

Si la calificación del IDG es aprobatoria, entonces la institución financiera interesada (CONAVI, INFONAVIT, FOVISSTE, SHF) verifica detalladamente el cumplimiento de los criterios, con especial énfasis en los documentos provistos por el desarrollador (ya que es la parte menos automatizada del proceso). Si la institución considera que el proyecto aprueba la verificación, el desarrollador puede implementar el proyecto NAMA. Si no la aprueba, se le notifica al desarrollador, incluyendo un listado de los criterios que no cumplió.

Una vez que el proyecto está implementado, es decir, construido, se realiza una segunda verificación en sitio, de la cual surge una hoja reporte. Posteriormente las ONAVI obtienen la hoja de reporte y aprueba o no el desarrollo como NAMA, canalizando así los recursos, provenientes del co-financiamiento nacional e internacional, a través de los diferentes programas existentes (Ej. los subsidios de la CONAVI, el programa EcoCasa de SHF, la Hipoteca Verde de INFONAVIT, entre otros.)

Cabe mencionar que, debido al enfoque integral de los criterios propuestos en este estudio la herramienta, podría ser utilizada para la NAMA de vivienda existente y/o urbana, en un futuro.

El mantenimiento de la herramienta es realizado por el RUV, bajo supervisión del comité de mantenimiento y se detalla en la sección [mantenimiento].

## 5.2.1 REQUISITOS DE LA HERRAMIENTA DE ENTORNO

Dentro del Sisevive-Ecocasa, la herramienta de entorno funcionará paralelamente a las herramientas DEEVi y SAAVi

para lograr la calificación a través del IDG.

Como se menciona en la sección anterior, la herramienta de entorno aprovecha bases de datos presentes en el RUV, así como otras fuentes de información públicas asegurando la verificabilidad de la información, así como su constante actualización conforme sean publicados nuevas bases de datos. De esta manera el desarrollador provee el menor número de insumos y la mayoría de los cálculos se automatizan.

A continuación se presenta un listado de las fuentes de información requeridas para la herramienta, especificando su origen y dificultad de integración a la plataforma del RUV.

Fuentes existentes en el RUV:

-  Capa en SIG de los perímetros de contención urbana.
-  Capa en SIG de las rutas de transporte público.

Información provista por el desarrollador:

-  Ubicación geográfica del conjunto.
-  Planos del proyecto a desarrollar.
-  Certificado e identificación oficial de su promotor vecinal.

Información existente que puede integrarse fácilmente al sistema:

-  Capa en SIG del Sistema para la consulta de información censal (SCINCE) del INEGI.
-  Capa en SIG del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENU) del INEGI.
-  Capa en SIG con información de las finanzas estatales y municipales del INEGI.
-  Capa en SIG de los Atlas de Riesgos –Municipal, Estatal y Nacional– del CENAPRED.

Información que no se tiene en SIG, pero que es fundamental para la planeación urbana del país:

 Capa en SIG con inventario de equipamiento existente y radios recomendados por SEDESOL<sup>15</sup>.

 Capa en SIG de los planes municipales y estatales de Desarrollo Urbano.

## 5.2.2 MANTENIMIENTO DE LA HERRAMIENTA

La herramienta requiere relativamente poco mantenimiento debido a la forma en que está estructurada. Simplemente se requiere la actualización de información conforme las instituciones a cargo de ésta las vayan publicando. Por ejemplo, los censos y conteos de población del INEGI son actualizados cada 5 años, mientras el directorio de unidades económicas se actualiza cada 2 años.

340 Adicionalmente se recomienda evaluar los límites de cada parámetro cada dos años, esto es con el objetivo de corroborar que sigan siendo pertinentes y verificar si requiere algún ajuste. Es decir, quizás en el futuro habrá parámetros que han demostrado ser relativamente fáciles de cumplir y pudieran ser más estrictos.

Se propone que el mantenimiento esté a cargo del RUV, ya que estará familiarizado con los requerimientos técnicos y funcionales de la herramienta. Sin embargo, cualquier modificación (de parámetros en los criterios o temporalidades) deberá ser aprobada por el comité de mantenimiento del Sisevive-Ecocasa. El cual se encarga actualmente de supervisar la actualización de las herramientas DEEVi y SAAVi.

## 6 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Existen distintas alternativas para la reducción de las emisiones de GEI generadas por la construcción y uso de la

<sup>15</sup> Esta información se tiene para algunos rubros como educación, cultura y salud, sin embargo no incluye los radios recomendados por SEDESOL.

vivienda. Es evidente que las mejoras tecnológicas pueden contribuir a un uso más eficiente de recursos en la vivienda. Sin embargo, al implementar estas medidas es indispensable asegurar que las emisiones se estén evitando y no transfiriendo a otros sectores. En el caso específico de la NAMA de Vivienda Nueva se ha reconocido que la localización de la vivienda juega un papel fundamental en su desempeño. Por ende, las acciones de mitigación deben de acompañarse de una descripción del entorno en el que se implementará el Programa.

La definición del entorno adecuado para la vivienda es una tarea compleja, ya que depende de la definición y evaluación de múltiples variables. Comúnmente, dichas variables pueden ser de difícil medición o inclusive puede no haber un consenso sobre su relevancia. Esta tarea implica la coordinación con los distintos actores, como usuarios finales, entidades responsables de la implementación y grupos técnicos que verificarán el cumplimiento. De manera adicional, la definición de un entorno adecuado para la vivienda tiene altos requerimientos técnicos, ya que demanda grandes volúmenes de información y de un procedimiento de cálculo multicriterio.

En el marco del diseño de la NAMA para Vivienda Nueva, se identificaron los criterios de entorno mínimos de elegibilidad que debería tener una vivienda para entrar en el Programa. Para resolver los retos mencionados en el párrafo anterior, se llevó a cabo un análisis de la política pública vigente en materia de vivienda y territorio, se realizaron talleres y entrevistas con los principales actores y se desarrolló el diseño conceptual de una herramienta que simplificará los procedimientos de cálculo y evaluación.

En este reporte se reconoce una serie de criterios mínimos de ubicación y entorno de la vivienda. Los criterios fueron cuidadosamente seleccionados para:

 Asegurar la congruencia con otras NAMA,

 Aprovechar otros programas vigentes,



-  Facilitar su operación complementando los procedimientos ya existentes y
-  Simplificar su implementación y mantenimiento utilizando plataformas de fácil consulta y actualización.

De manera adicional, los criterios propuestos incluyen diferentes niveles de cumplimiento que permiten establecer metas a corto mediano y largo plazo.

Como se discute en el presente estudio, una ubicación adecuada para la vivienda implica no solamente el acceso a servicios e infraestructura básicos, sino también a fuentes de empleo, a transporte público estructurado, a espacios públicos y a entornos libres de riesgos naturales. A pesar de que al respecto ha habido grandes avances en la política pública, todavía hay mucho camino que recorrer para la conformación de instrumentos que apoyen la localización adecuada de la vivienda. La consolidación de dichos instrumentos está actualmente limitada por la disponibilidad de información clara, transparente y de fácil actualización. En ese sentido, los criterios propuestos en este documento serán un apoyo fundamental para la política de vivienda.

El hecho de que la implementación de la NAMA de Vivienda Nueva considere criterios del entorno implica que existirá congruencia con otras NAMA, como por ejemplo la NAMA Urbana (en desarrollo) o la NAMA de transporte. Por ende, este esfuerzo facilitará otras medidas de mitigación de GEI, así como ahorros en el gasto doméstico de sus habitantes, lo que se traduce en una mejor calidad de vida. También es un gran avance en términos de coordinación institucional, ya que logra involucrar a distintos actores y comparar programas existentes para identificar puntos de incidencia y

alinear las metas propuestas. Se espera que los criterios aquí descritos sirvan también como base para otras herramientas de evaluación del desempeño de conjuntos habitacionales en el país.

Finalmente, el plan de implementación propuesto es una alternativa que con un mínimo esfuerzo puede solucionar temas de actualización de la información, verificación y documentación. Esto implica la conformación de un instrumento automatizado de consulta. La programación de dicha herramienta depende de la coordinación entre instituciones y del diseño, programación e implementación del sistema. Naturalmente, esto conlleva retos importantes tanto administrativos como técnicos. Sin embargo, como se explicó en los capítulos anteriores, esto se puede lograr aprovechando mecanismos ya existentes. Específicamente la plataforma del RUV y la próxima actualización del Modelo de Emisiones por Transporte en Función de la Localización de la Vivienda del programa Ecocasa.

Tanto el futuro desarrollo de una herramienta con criterios de entorno, como la consolidación del proceso de registro, calificación y verificación de proyectos NAMA de Vivienda son temas transversales, los cuales deben ser coordinados por la CONAVI mediante la plataforma intersectorial "Mesa Transversal".

La aplicación de la herramienta en México permitirá mover tendencias para influir en la conformación de entornos más prósperos, específicamente en lo relacionado a la edificación de viviendas en entornos que aseguren beneficios directos para las familias, así como la mitigación de emisiones de GEI.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

Política Nacional de Vivienda, Discurso del Lic. Enrique Peña Nieto 11 de febrero 2013.

Recuperado de: <http://www.presidencia.gob.mx/articulos-prensa/politica-nacional-de-vivienda/>

SENER (2009) Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía.

GIZ (2013). Factsheet NAMA Facility: la cooperación alemana al desarrollo en México.

Agencia de Cooperación Técnica Alemana en México.

PECC (2012). Programa Especial de Cambio Climático 2014–2018. Diario Oficial de la Federación.

CONEVAL (2012). Evaluación de la Pobreza en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

Iracheta, A. (2012) Experiencias de política habitacional en México. Revista de Ingeniería, núm. 35, julio-diciembre, 2011, pp. 95–99. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1210/121022763014.pdf>

SEDATU (2014) Guía de aplicación del anexo de puntaje de las Reglas de Operación para desarrolladores y verificadores 2014.

SEDESOL (2012). La expansión de las ciudades 1980–2010. Secretaría de Desarrollo Social.

SEDATU (2014). Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014–2018. Diario Oficial de la Federación. México (30 de abril de 2014).

Senado (2015) México Compacto: Las condiciones para la densificación urbana inteligente en México.

Senado de la República. LXII Legislatura.

CIDOC y SHF (2014). El estado actual de la vivienda en México 2014. Sociedad Hipotecaria Federal.

SEDATU (2014) Prevención y atención de riesgos: hacia un nuevo modelo en desarrollo urbano.

Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Dirección General de Desarrollo urbano, suelo y vivienda.

Eibenschutz, R., Goya, C. (2009) Estudio de la integración urbana y social en la expansión reciente de las ciudades en México, 1996–2006: dimensión, características y soluciones. UAM, SEDESOL, Porrúa.

SEDESOL(1999) Sistema Normativo de Equipamiento Urbano.

México, perfil del sector de la vivienda. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. Coordinación de Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.

CMM (2014) Ciudades Mérida: Escenarios de crecimiento. Centro Mario Molina.

CMM (2014) Índice de sustentabilidad en la Vivienda (ISV) 2014. Centro Mario Molina.

CMM (2015). Modelado de escenarios de desarrollo urbano: ZM Valle de México. Centro Mario Molina.

INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gasto de los Hogares.

INEGI (2014). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

INEGI (2010). Sistema para la consulta de información censal.

CMM- CTS Embarq - IMCO (2012). Reforma Urbana: Cien ideas para las ciudades de México.

**SEDATU**

SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGROARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO



**CONAVI**

COMISION NACIONAL  
DE VIVIENDA



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Federal Ministry  
for the Environment, Nature Conservation,  
Building and Nuclear Safety

On behalf of:



Department  
of Energy &  
Climate Change

of the UK Government



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

[www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)

[www.nama-facility.org](http://www.nama-facility.org)

[www.climate.blue/es](http://www.climate.blue/es)