



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO

EL GRADO DE SUSTENTABILIDAD EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL:

Evaluación a la vivienda sustentable en conjuntos habitacionales en Acapulco, Gro.

TESIS QUE PRESENTA:

ARQ. URB. RAFAEL ORTEGA MEZA

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO

DIRECTOR DE TESIS: DR. OSVALDO ASCENCIO LÓPEZ

ASESOR METODOLÓGICO: DR. FRANCISCO SOTELO LEYVA

ASESOR TEMÁTICO: DR. CONSTANTINO JERÓNIMO VARGAS

CHILPANCINGO, GUERRERO, ENERO DEL 2019



INDICE

- Introducción
- Planteamiento del problema
- Objetivos
- Palabras clave

CAPÍTULO I Aproximaciones conceptuales

- 1.1. Definición de Vivienda.....1
- 1.2. Definición de Vivienda de Interés Social.....3
- 1.3. Definición de Sustentable.....5
- 1.4. Vivienda de Interés Social Sustentable.....6

CAPÍTULO II El desarrollo de la sustentabilidad en la vivienda de interés social en México

- 2.1. El origen de la vivienda de interés social.....12
- 2.2. La introducción de la vivienda de interés social en México.....14
- 2.3. El surgimiento de políticas públicas en torno a la vivienda sustentable....21
- 2.4. La sustentabilidad en la vivienda de interés social en México.....23
- 2.5. La vivienda de interés social en Acapulco, Gro.....27

CAPÍTULO III Análisis a programas institucionales de vivienda sustentable

- 3.1. Los organismos de vivienda de interés social y la sustentabilidad.....31
- 3.2. Programas Nacionales y la Vivienda de interés social sustentable.....36
- 3.3. Vida Integral INFONAVIT.....41
- 3.4. Hipoteca Verde INFONAVIT.....42
- 3.5. Esta es tu casa CONAVI.....43
- 3.6. Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS).....47
- 3.7. Políticas y herramientas de sustentabilidad en el sector vivienda.....49

CAPÍTULO IV Factores empleados en los programas de vivienda sustentable

- 4.1. Factor Ambiental en la Sustentabilidad.....58
- 4.2. Factor Económico en la Sustentabilidad.....69
- 4.3. Factor Social y cultural en la sustentabilidad.....76
- 4.4. El desarrollo de la sustentabilidad en zona de estudio: Acapulco, Gro.....81

CAPÍTULO V El grado de sustentabilidad en la vivienda de interés social sustentable en Acapulco, Gro.

5.1. Caso de estudio: Conjunto habitacional Pedregal de Cantá Luna.....	87
5.5.1. Delimitación del área de estudio.....	92
5.5.2. Descripción general del proyecto.....	92
5.2. Metodología empleada para la evaluación del caso de estudio.....	95
5.3. Indicadores sustentables a evaluar.....	97
5.3.1. Optimización de recursos naturales y artificiales.....	97
5.3.2. Disminución del consumo energético.....	100
5.3.3. Fomento de fuentes energéticas naturales.....	102
5.3.4. Disminución de residuos y emisiones.....	103
5.3.5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.....	105
5.3.6. Disminución del mantenimiento y coste de los edificios.....	106
5.4. Coeficientes del entorno a evaluar.....	109
5.5. Evaluación aplicada en el caso de estudio.....	110
5.5.1. Optimización de recursos naturales y artificiales, caso de estudio.....	111
5.5.2. Disminución del consumo energético, caso de estudio.....	117
5.5.3. Fomento de fuentes energéticas naturales, caso de estudio.....	128
5.5.4. Disminución de residuos y emisiones, caso de estudio.....	131
5.5.5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios, caso de estudio.....	134
5.5.6. Disminución del mantenimiento y coste de los edificios, caso de estudio.....	137
5.6. Resultados finales.....	147

Conclusiones

Bibliografía o referencias

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se encarga de evaluar la vivienda de interés social sustentable que es ofertada por organismos institucionales que ofrecen créditos para la obtención de una vivienda a un determinado sector económico de la población, si bien estas instituciones se encargan de otorgarles el término “sustentable” a dichos espacios bajo sus propios criterios de evaluación, es necesario analizar este tipo de viviendas desde otra perspectiva y determinar hasta qué grado en realidad se pueden considerar sustentables, ya que no solo se debe contemplar en su diseño y construcción la implementación de elementos constructivos y tecnologías que permitan la disminución del uso de energías no renovables, sino también otro conjunto de factores e indicadores, los cuales se presentan en este trabajo de investigación para ofrecer un panorama más amplio del grado de sustentabilidad que posee la vivienda de interés social ofertada a la población de México.

En el desarrollo de los capítulos que integran este trabajo se presenta la definición de los diferentes conceptos que abarcan el tema de estudio para presentar una idea más clara acerca de la sustentabilidad y la vivienda de intereses social. También se dan a conocer los antecedentes del surgimiento y desarrollo de este tipo de espacios tanto en otras partes del mundo, como en México y en el estado de Guerrero, se ofrece información de cómo con el paso del tiempo poco a poco la vivienda de interés social fue implementando la sustentabilidad en su diseño y construcción; en otro de los capítulos se presentan los diferentes programas que se encargan de ofertar la vivienda de interés social sustentable, la serie de características que deben poseer de acuerdo a los diferentes organismos institucionales que ofrecen créditos para la obtención de este tipo de vivienda, así como también se presentan las diversas políticas y herramientas de sustentabilidad que se crearon para su aplicación en el sector vivienda. En el siguiente capítulo se menciona el conjunto de factores que juegan un papel importante en el desarrollo de la sustentabilidad, la importancia que tiene cada uno de ellos para lograr un equilibrio y así cumplir con este término tan complejo.

En el último capítulo de este trabajo de investigación se analiza y evalúa el objeto de estudio en el cuál, se dan a conocer las características que poseen las viviendas dentro de este conjunto habitacional, así como también se menciona la metodología que se empleó para evaluar dichos espacios, esta metodología presenta una serie de indicadores, los cuales están divididos en 6 diferentes grupos, se realizó una descripción de cada uno de estos elementos para dar una idea clara de los diversos aspectos que se evaluaron de la vivienda y su entorno donde se ubica, finalmente se llegó a un resultado final el cual representa el grado de sustentabilidad con el que cuentan este tipo de viviendas de acuerdo a la metodología propuesta.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde su origen a finales de la década de los 80, el término “sustentabilidad” ha sido aplicado en diferentes campos profesionales, la rama de la construcción no ha sido la excepción, siendo la sustentabilidad de gran ayuda para mitigar diferentes impactos negativos que tienen las edificaciones con respecto al medio ambiente, así como también aportar beneficios para la sociedad y a la economía, áreas principales que abarca este término.

En la misma construcción su aplicación se presenta en diferentes tipos de edificaciones, una de ellas la vivienda de interés social, la cual en los últimos años ha sido ofertada a la población por parte de instituciones destinadas a facilitar este tipo de espacios por medio de créditos hipotecarios, dichas instituciones se encargan de promocionar estas construcciones como viviendas sustentables, en muchos de los casos solo por enfocarse a promover el cuidado al medio ambiente, pero el solo cubrir este aspecto no convierte a este espacio en algo sustentable, se deben de tomar en cuenta otros elementos para lograr crear una construcción que sea lo más sustentable posible, ya que cualquier edificación no lo podrá ser en su totalidad debido a que, por muy mínimo impacto que cause en el aspecto ambiental, económico o social, esta vivienda dejara de ser completamente sustentable. Se deben establecer grados de sustentabilidad que informen a la población de la vivienda que están adquiriendo debido a que pueden tener un concepto inicial de la misma y al momento de habitarla este podría cambiar totalmente.

- **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el grado de sustentabilidad en la vivienda de interés social en conjuntos habitacionales en Acapulco, Gro.; esto, mediante el análisis a los programas institucionales que han implementado la sustentabilidad dentro del campo de la vivienda de interés social, dar a conocer qué conjunto de factores se han considerado así como también las políticas empleadas para poder definir mediante una evaluación, hasta que cierto grado estos espacios cumplen con el término “sustentable”.

- **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Definir los diferentes conceptos relacionados con el tema de estudio para crear un mejor enfoque a este trabajo.
- Proporcionar información de los antecedentes históricos de la vivienda de interés social, su introducción y desarrollo en el país.
- Analizar la implementación de la sustentabilidad dentro de la vivienda de interés social en México.
- Analizar programas institucionales que empleen la sustentabilidad en la vivienda de interés social.
- Dar a conocer las políticas existentes en el país con relación a la sustentabilidad en el sector vivienda.
- Estudiar los factores que intervienen en programas de vivienda de interés social sustentable y determinar la relación que existe entre estos.
- Realizar una evaluación para definir el grado de sustentabilidad que posee el objeto de estudio en los programas de vivienda sustentable ofertados a la población.
- Dar a conocer los resultados finales de la evaluación, para determinar las fortalezas y debilidades de los programas que ofertan vivienda de interés sustentable.

- **PALABRAS CLAVE:** arquitectura, vivienda, interés social, sustentabilidad, diseño.



CAPITULO I

CAPÍTULO I

Aproximaciones conceptuales

En este capítulo se definen los conceptos vivienda, vivienda de interés social y sustentabilidad, para así, dar una idea principal del tema que se está tratando, se enuncian diferentes definiciones por parte de diccionarios, enciclopedias, libros de expertos que abarquen el tema, entre otros elementos de información que sean de ayuda para complementar esta investigación; todo esto con el fin de ofrecer una visión clara acerca del tema de estudio.

1.1. Definición de Vivienda.

La definición más común que se tiene del término vivienda es la cual se entiende como: *“refugio natural, construido por la mano del hombre, en el que este habita de modo temporal o permanente”* (El pequeño Larousse, 2006). Con esto se puede decir que la vivienda que es el lugar físico destinado para el hombre, en donde este le sirve principalmente de refugio y es construido por el mismo, también es el espacio, el cual se puede habitar por ciertos periodos de tiempo de acuerdo a las necesidades del mismo.

Dentro de otras definiciones que se le puede dar a la vivienda, se puede decir que esta es el espacio físico que se construye para el ser humano, en donde realiza sus actividades principales día a día (Diccionario de arquitectura y urbanismo, 2007).

En tiempos antiguos el hombre ideó la forma de crear un refugio para poder protegerse de las condiciones del tiempo y de los depredadores ocupando el espacio físico natural y sus elementos que este le ofrecía, con el paso del tiempo la vivienda fue evolucionando desde el uso de piedras para su construcción hasta los materiales que hoy en día se emplean en su concepción cambiando tanto su forma como su funcionalidad, adaptándolas a las necesidades de los que la habitan.

Cuando se habla acerca de lo que significa una vivienda, existen varias respuestas para este término. Dentro de la arquitectura por parte de varios expertos se manejan diferentes definiciones que se le puede otorgar a este tipo de construcción, encontrándose entre otras, las siguientes:

- *“Edificio primario, testimonio de arte y de su conciencia; lugar de estar y de ser. Espacio limitado y preciso, personal y familiar” (Leñero, 1993).*
- *“Indicador básico de bienestar de la población que constituye el cimiento del patrimonio familiar” (Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006)*

Los expertos definen el concepto de vivienda como:

El concepto básico de vivienda se refiere a ella como el refugio que protege al hombre del clima, y junto con el sustento y el vestido integran los elementos básicos indispensables para la vida del hombre. Siendo la vivienda, a la vez, una necesidad vital y un bien costoso (Barrios y Ramos, 2010).

El término de vivienda podría tener una definición diferente dependiendo el enfoque en el que esta se conceptualizara, por ejemplo, desde un enfoque político a la vivienda se le define como aquello que se le otorga como derecho para poseer a una persona y en donde el Estado tendrá responsabilidad para crear políticas gubernamentales para que esto sea posible y se asegure este beneficio a su población.

Desde otro punto de vista, si se mira desde un enfoque social, entonces la vivienda se define como el lugar en donde se da la primera convivencia entre los diferentes individuos que conforman el núcleo que la habita y dentro de esta se desarrollan cierto tipo de reglas que permiten a estos individuos insertarse a otros tipos de niveles que superan el núcleo familiar (Barrios y Ramos, 2010).

La vivienda también es considerada como un tipo de territorio primario, el cual se describe como: *“Los territorios primarios se encuentran por lo general bajo un control relativamente completo de los usuarios durante un periodo prolongado. Son primordiales en la vida de los ocupantes y su posesión está claramente reconocida por otras personas.”* (Brower, 1965, citado por Holahan, 2014).

Considerándose entonces la vivienda como un territorio primario entonces también se podría decir que la invasión de este tipo de territorio por parte de una persona ajena o extraña a este espacio, se considera algo muy serio, ya que esta situación podría representar una amenaza para la autoidentidad de la persona que posee dicho espacio (Holahan, 2014).

1.2. Definición de Vivienda de Interés Social.

Habiendo definido el concepto de vivienda con respecto a información de los autores antes mencionados, ahora se procederá a dar una idea clara de lo que se entiende por vivienda de interés social, conjugando así estos dos términos para poder crear un solo concepto y así dar una idea más ordenada con relación al tema de estudio.

Dentro del ámbito urbano, la vivienda es un elemento muy importante ya que representa el uso más abundante del suelo presente en la ciudad, en donde este espacio físico tiene gran importancia para definir las características y los procesos que tendrá el desarrollo urbano en las ciudades y en todo lo que la conforma. (Barrios y Ramos, 2010).

La vivienda tiene diferentes clasificaciones, esto dependiendo de factores tanto económicos como sociales, dentro de estas clasificaciones se encuentra la vivienda de interés social, la cual es definida como aquella construcción de bajo costo destinada a personas con ciertas limitantes de ingresos económicos a las cuales no les es posible

adquirir una vivienda fácilmente, debido a esto existen organismos institucionales como el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) que se encargan de otorgar créditos para la adquisición de viviendas acordes a los alcances para cierto tipo de población no tan favorecida económicamente, pero, aun con la creación de estos organismos, los créditos facilitados para conseguir una vivienda “digna” se llegan a convertir impagables para sus usuarios, esto debido a la gran cantidad de intereses que se van generado con el paso de los años sobre el crédito otorgado en base al monto base que se estableció la deuda y también por la falta de claridad en cuanto a la información que se le ofrece a la población al momento de solicitar este crédito, de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo, el descuento que se le debe hacer al trabajador es de no más del treinta por ciento de su salario. Pero no se dice si ese treinta por ciento se aplicará sobre el salario integrado, o sobre el salario neto.

De acuerdo con el periodista Edgar Rosas, editor de Vivienda en Centro Urbano detalla que en la década de los 90, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda (INFONAVIT) originó los créditos con el salario mínimo como la base. Es decir, si el trabajador decidía acceder a un crédito con el Instituto, se hacía en Veces Salario Mínimo (VSM). Este sistema de organización crediticia nació con el fin de hacer frente a un panorama económico complejo. En esa época el sistema financiero se encontraba colapsado y el INFONAVIT no contaba con las reservas con las que hoy cuenta, que le permiten una posición sólida y que, por ende, le dan mayor margen para ofrecer créditos en mejores condiciones. El modelo de VSM se pensó como un mecanismo que podía mantener a salvo al instituto ante un descalce financiero, al tiempo de seguir otorgando crédito para la vivienda. Sin embargo, las condiciones del crédito cambiaban en relación a las modificaciones del salario mínimo, lo que impactaba en la deuda que adquirió el trabajador, una problemática que se sigue dando en la actualidad.

“El código de Edificación de Vivienda define como la vivienda básica aquella que alcanza hasta 30 metros cuadrados... Y designa como vivienda social a aquella que tiene una superficie construida entre 31 y 45 metros cuadrados” (Barrios y Ramos García, 2010).

La vivienda de interés social también se entiende como aquella que cumple con el espacio mínimo suficiente para albergar con calidad y dignidad las actividades sociales, privadas e íntimas del núcleo familiar. La que asegura la estabilidad social y la armonía con el entorno, cultural y social. (Martí, 2009).

A diferencia de la definición que maneja el autor anterior, Duran menciona que la vivienda de interés social es aquel desarrollo que se da dentro de la arquitectura, el cual requiere de dos factores: ingenio y economía. En consecuencia, este desarrollo es aquel que debe ser capaz de proponer la mejor solución para abatir al máximo los costos de una casa individual, sin que esta sufra de una pérdida funcional, ambiental y de estética. (Duran, 2008)

Los organismos que se han encargado de crear prototipos de vivienda de bajo costo con ciertas características y debido a la gran demanda de vivienda por el crecimiento de población las instituciones se han enfocado en crear espacios habitables dándole más importancia a lo cuantitativo descuidando lo cualitativo olvidándose del confort de los usuarios y también creando una sobrepoblación de vivienda que afecta al medio ambiente.

1.3. Definición de Sustentable.

Por otra parte, con respecto al concepto sustentable, este se entiende como: *“aquello que se puede sustentar o que también se puede defender”* (El pequeño Larousse, 2006).

De igual manera como se planteara en el informe Bruntland en 1987 elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, creada por las Naciones Unidas, donde se define el concepto de sustentable como: *“desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”* (Unión Mundial para la Naturaleza, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Fondo Mundial para la Naturaleza, 1991, p. 10). Cuatro años más adelante, el concepto de sustentable se precisa como el: *“mejoramiento de la calidad de vida humana mientras se mantiene la capacidad de carga que sostiene a los ecosistemas”* (López, 2008).

En otro sentido, autores como Pezzey (1992) define la sustentabilidad como: *“Termino de utilidad no decreciente, relativa a un miembro representativo de la sociedad en una perspectiva de milenios.”*

También se entiende por sustentable al proceso que presentan algunos elementos en el que estos pueden mantener su existencia por sí mismos, esto sin ayuda de ningún factor externo que les permita que esto pase, dentro de este proceso los elementos no deben amenazar la existencia de los recursos existentes (Gran diccionario enciclopédico visual, 1992).

“El concepto de sustentabilidad surge cuando se comprende que el desarrollo debe centrarse en los seres humanos y no solo en índices económicos” (López, 2012).

1.4. Vivienda de Interés Social Sustentable

Para contrarrestar la contaminación que se ha ido generando con la creciente existencia de vivienda en las grandes ciudades, se han ido creando con el tiempo tipos de espacios habitables que no sean de gran impacto negativo con el entorno que los rodea. Se han contemplado varios factores que ayuden a que esto sea posible,

tratando de aprovechar al máximo todos los recursos renovables que ofrece el ambiente en el que vivimos, empleando un correcto diseño arquitectónico que sepa utilizar a su favor estos recursos, así como también la implementación de materiales que causen el mínimo impacto contaminante con el ambiente, a este tipo de viviendas se les ha denominado sustentables.

Todo esto podría ser aplicable a los diferentes tipos de vivienda que se conocen, dentro de estas se puede destacar la vivienda de interés social, que también ha sido considerada para transformarla en sustentable, es de gran importancia contemplarla en esto ya que es uno de los tipos de vivienda que predomina en las grandes ciudades.

Si bien la vivienda sustentable y en este caso la de interés social, tiene como objetivo principal el causar el menor impacto negativo a su entorno, también se le debe dar gran importancia al usuario ya que será quien la habitara y desarrollara la mayor parte de sus actividades cotidianas en este espacio y por lo tanto se le deberá brindar a este una buena calidad de vida.

Esto dependiendo de varios factores como lo son los económicos, sociales, ambientales y culturales, así como también las condiciones físicas y espaciales en donde se desarrollen este tipo de viviendas para crear un sostén de los sistemas ecológicos y la preservación de los recursos naturales que garanticen la vida humana.

Una vivienda sustentable es aquella que hace uso eficiente de los recursos, pero además, debe de estar diseñada para tener una larga vida útil, siendo flexible para adaptarse al estilo de sus propietarios o usuarios. Debe ser saludable y adaptada a los principios ecológicos antes mencionados (Edwards y Hayett, 2004).

Habiendo definido el concepto antes mencionado se podría entender que el objetivo entonces de promover la vivienda de interés social sustentable sería el de diseñar y construir un espacio físico que brinde confort y donde este provoque un menor impacto

en el ambiente, a esto añadiéndole que también sea saludable y económico en su uso, aplicando lo económico nunca haciendo a un lado la calidad que debe poseer la vivienda.

La vivienda sustentable se conceptualiza como aquella que aprovecha los recursos naturales para su existencia, si bien esto es cierto, a veces se puede malinterpretar lo antes mencionado, ya que a veces a las viviendas solo se les agrega ciertos elementos tecnológicos que aprovechan el uso de energías renovables como lo es la energía solar, pero esto no quiere decir que la vivienda ya se convierta en sustentable.

La vivienda de interés social sustentable es aquella que representa su espacio existencial y todo lo que esto conlleva, como la correcta organización espacial y la adecuación con todo tipo de medio ambiente y al mismo tiempo siendo amigable con este, sin olvidar la interacción armónica entre los espacios interiores y exteriores que garanticen el confort de sus habitantes (Alderete, 2009).

Se deben de contemplar varios factores para que una vivienda se considere sustentable, no siendo está misma en su totalidad pero si en su mayor parte; para que se pueda cumplir esto la vivienda sustentable debe enfocarse al manejo de aspectos muy importantes como lo son: la energía, el agua, el suelo, los materiales que se empleen para su construcción y el elemento de la vivienda en sí mismo a través del buen diseño bioclimático.

Como se mencionó antes un buen diseño aplicado en la concepción de una vivienda sustentable es de gran importancia, ya que a partir de este se podrá establecer cuál será el aprovechamiento máximo de las energías renovables, una de estas es la energía solar, considerada de las más importantes ya que su buen aprovechamiento resulta de gran beneficio.

Existen dos formas en las que se puede utilizar este tipo de energía las cuales son de manera pasiva y activa, de manera pasiva la energía solar se emplea para calentar, ventilar e iluminar espacios y manera activa se utiliza mediante la captación de energía por medio de elementos tecnológicos, como lo son los colectores solares y las celdas fotovoltaicas, esto con el fin de aprovechar la energía recolectada para generar energía eléctrica que se pueda utilizar dentro de la vivienda (Arredondo y Reyes, 2013).

Como toda construcción, la vivienda también tiene un gran impacto sobre el suelo en que se construye y esto genera grandes alteraciones en el hábitat local, afectando la biodiversidad, el suelo y el relieve.

Debido a esto es que también al conceptualizarse este tipo de viviendas sustentables es que se debe considerar la reutilización de un terreno dentro de una zona urbana que ya haya sido afectada. Por ello, deben evitarse daños innecesarios al sitio durante la limpieza del terreno y la construcción en general. Se recomienda también al momento de contemplar en el espacio donde se ubicaran estas viviendas el de conservar la vegetación existente como los árboles.

Otro aspecto que también hay que tener en cuenta es el control de la erosión y de los sedimentos. Principalmente se deben evitar que diferentes materiales de construcción como lo son la arena, tierra, cemento entre otros, contribuyan a la contaminación del agua, almacenándolos adecuadamente y previniendo que entren en contacto con el agua pluvial para que esta se pueda reutilizar (Arredondo y Reyes, 2013).

Todos los materiales dentro de la construcción de vivienda generan un impacto al ambiente debido a los procesos de extracción, manufactura, transporte, uso y eliminación. En general, la complejidad de cada uno de los procesos por lo que pasa un material implica ciertos gastos de energía.

Para tener una idea de que tanto un material puede ser contaminante para su entorno, se debe de crear parámetros que se utilicen en un análisis en el ciclo de vida de los materiales, así como también el de la energía incorporada en estas. Este estudio de vida de los materiales empleados permite ofrecer una idea del impacto ambiental que tiene un material a lo largo de toda su existencia, desde su extracción del mismo hasta su disposición final.

El diseño de una vivienda mediante la aplicación de principios de la arquitectura bioclimática significa que esta será más cómoda y placentera, mientras que ofrece una solución para el desarrollo sustentable.

Estos principios de arquitectura bioclimática que mediante el diseño permita aprovechar los recursos naturales contemplan conocer las características del medio físico natural de la región y sus implicaciones que estas tienen sobre el diseño. También esto define las necesidades climáticas para lograr el acondicionamiento térmico humano y también ayuda a regular los efectos del clima sobre las construcciones de vivienda (Arredondo y Reyes, 2013).

El manejo de los factores ambientales sirve para diseñar los elementos de la vivienda y que estos sean más adecuados para una localidad y un clima específico donde se construirá y entonces la vivienda llega a regular las condiciones climáticas al interior de las viviendas de este tipo.

Además de lo mencionado el diseño bioclimático también implica un mejor manejo de recursos que repercuten positivamente en la economía de los usuarios de las viviendas, dado que esto ayuda a disminuir el uso de energía artificial como lo son la calefacción, el aire acondicionado y la luz artificial. Esto, a su vez es una forma de reducir el impacto negativo al entorno, dado que dichas instalaciones o sistemas emiten gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global (Arredondo y Reyes, 2013).

Las características de un lugar respecto a otro varían de acuerdo a la ubicación geográfica que este tenga. En cada lugar, se da un conjunto de condiciones de clima específicas. Debido a que la vivienda está destinada a proteger al hombre de las condiciones adversas del entorno, el diseño debe ser acorde a estas condiciones.

Englobando todos los aspectos anteriores, organismos institucionales destinados a la vivienda de interés social se han encargado de crear programas de vivienda sustentable, fomentando la preservación de los recursos renovables, pero a veces estos programas aun enfocados a la sustentabilidad siguen dándole más importancia a los aspectos técnicos reglamentarios creando viviendas de mala calidad, olvidándose del usuario y su confort.

Si bien se deben de respetar ciertos lineamientos durante la construcción de viviendas de interés social, estos siempre se deben cumplir creando un equilibrio entre las necesidades del usuario y en la calidad del elemento constructivo, esto debido a que desarrolladores de este tipo de vivienda solo se enfocan en el beneficio propio al entregar estos espacios sin importar la funcionalidad que tendrán a largo plazo, tanto para los usuarios como para el entorno en que se ubican, dado que al construir elementos de mala calidad estos terminan siendo abandonados por sus habitantes.

Creando una relación con todos los conceptos anteriores con respecto al tema de investigación, entonces la vivienda de interés social sustentable podría definirse como aquella que es diseñada para aprovechar los recursos naturales para uso y beneficio de la misma, empleando materiales y técnicas de diseño que ayuden a reducir el uso de energía artificial y con ello la disminución de gastos que usualmente la vivienda de interés social convencional genera, creando un equilibrio de la vivienda y su entorno disminuyendo los efectos nocivos de su presencia en el medio natural.



CAPITULO II

CAPÍTULO II

El desarrollo de la sustentabilidad en la vivienda de interés social en México

En el segundo capítulo de esta investigación se narra gran parte de los antecedentes de la vivienda de interés social y su introducción en México, el desarrollo que esta ha presentado desde sus inicios del porque es que este tipo de vivienda se empezó a implementar en el país hasta su existencia en la actualidad, los cambios que ha presentado a lo largo del tiempo, así como también se contempla el surgimiento de este tipo de vivienda en el estado de Guerrero. Por otro lado también en este capítulo se menciona la aplicación de la sustentabilidad dentro del concepto de la vivienda de interes social, cuando éste término se hizo presente en este tipo de construcción y como ha ido evolucionando desde su empleo.

2.1. El origen de la vivienda de interés social

La vivienda y sus condiciones precarias son actualmente uno de los problemas más graves de las ciudades latinoamericanas. La gran demanda y los pocos recursos de la población para satisfacer sus condiciones básicas hacen que estos últimos necesiten de ayuda del gobierno para emprender la construcción o el mejoramiento de sus viviendas. El problema de la vivienda no debe analizarse de manera aislada, son muchos los factores que intervienen en su desarrollo y evolución, por lo tanto, el estudio debe de ser multidisciplinario. Además, este problema no se puede comprender sin antes tener un panorama global y particular de cómo han crecido las ciudades y cuáles han sido los factores involucrados.

En Europa el 80% de la población vive en ciudades; en Latinoamérica, el 70%. La diferencia radica en la elevada tasa de crecimiento de esta última y en su inequidad entre clases sociales que se acentúa progresivamente, siendo la más diferenciada del mundo según el informe de la Cepal de 2012. Sin embargo, el trabajo de los

especialistas del diseño y la construcción tan sólo está dirigido al 10% de la población mundial. Esto quiere decir que el otro 90% está fuera del campo de actuación de los profesionales y, por lo tanto, se ha desarrollado sin control y con malas condiciones de habitabilidad.

En la Europa del siglo XIX apareció la preocupación por las condiciones de habitabilidad provocadas por la Revolución Industrial. El movimiento migratorio del campo a la ciudad llevó a estas últimas a aumentar rápidamente su población, teniendo como consecuencia el hacinamiento y las malas condiciones de salubridad. Desde la política y la ética surgieron las primeras intenciones de solucionar estos problemas, que afectaban a las clases sociales más bajas, y aparecieron las primeras normativas urbanísticas que regularon acciones tanto habitacionales como urbanas, cuyo principal objetivo era conseguir un mejoramiento de las condiciones higiénicas (Sánchez, 2012).

Como se ha mencionado antes, la vivienda ha representado un papel importante en la vida del hombre a través del tiempo y esta ha ido sufriendo modificaciones debido a diferentes hechos históricos que han ido sucediendo. La vivienda se ha ido adaptando a diferentes tipos de clases sociales y debido a esto es que se crea la vivienda de interés social, Sánchez a continuación describe lo que para él se considera este tipo de vivienda:

Fueron varios los arquitectos que dedicaron parte de su obra al estudio y búsqueda de soluciones para una vivienda enfocada a la clase social más baja, cuyos requerimientos eran limitados. Así nacieron proyectos de unidades habitacionales en los que se experimentaron los conceptos de esta nueva arquitectura dirigida a un cliente con características diferentes. La vivienda de interés social estaba destinada a satisfacer las necesidades básicas de habitabilidad de las clases sociales con menos recursos. El pensamiento

funcionalista llegó a reducir el concepto de “vivienda de interés social” a “vivienda mínima”, y por lo tanto, a “vivienda barata”, lo cual implicó una reducción de la calidad del espacio y los materiales, bajando la calidad de las condiciones de habitabilidad (Sánchez, 2012).

2.2. La introducción de la vivienda de interés social en México

En Latinoamérica el motivo de crecimiento de las grandes ciudades ha sido muy parecido, mas no desde el punto de vista espacial y geográfico. En el caso de México, la industrialización se produjo en los años 30; durante la década siguiente las principales ciudades del país sufrieron consecuencias muy parecidas a las del resto de Latinoamérica. La población rural se desplazó a las ciudades y el crecimiento demográfico de la Ciudad de México se disparó hasta duplicarse... La demanda habitacional creció y los primeros nuevos pobladores comenzaron a instalarse en las vecindades de la zona céntrica de la ciudad. (Sánchez, 2012).

En México, el problema de la vivienda es causado por varios factores además del desmedido crecimiento demográfico, como son la migración descontrolada, el ineficaz sistema financiero, la inadecuada legislación y el deficiente sistema administrativo. Con relación a lo antes mencionado, en el siguiente capítulo se narra cómo es que en México se creó por primera vez una ley que favorece a la clase obrera:

Al inicio del siglo XX, a causa de la industrialización y el desarrollo del ferrocarril, empezó el crecimiento de las ciudades industrializadas de la República Mexicana. Posterior a la época de la Revolución, ese gran desplazamiento desde el campo para tener una nueva ubicación en las grandes ciudades generó la necesidad de dar vivienda a una población que se incrementaba rápidamente. Desde principios del siglo XX

medidas legislativas y de política pública reaccionaron a la gran demanda de viviendas. Durante el Porfiriato se aprobó la Ley sobre Casas de Obreros y Empleados Públicos residentes en la ciudad de Chihuahua (Sánchez, 2012).

En 1916, el Primer Jefe Constitucionalista, Venustiano Carranza, redujo los pagos de renta de vivienda a la mitad y hasta tres cuartas partes de su valor, y en 1917 se estableció en el texto original de la Constitución, en la fracción XII del artículo 123, la obligación a los patrones de otorgar a sus trabajadores viviendas cómodas e higiénicas. En 1925 la Dirección de Pensiones Civiles fue creada, teniendo, entre sus principales atribuciones, la de otorgar créditos a los trabajadores del Estado para la construcción o adquisición de vivienda (García, 2010).

En las primeras décadas de este siglo los arquitectos incursionaron en el diseño habitacional destinado a las clases sociales trabajadoras del país. De esta manera, se favoreció el aumento de población en los centros históricos de las ciudades y al mismo tiempo la aparición de barrios nuevos, generados por la población trabajadora en la periferia de las ciudades. Junto a estos fenómenos apareció la vivienda pública, primero en la Ciudad de México y más tarde en otras localidades del país, cuyo diseño fue auspiciado por el Estado (Ballén, 2009).

La importancia de crear viviendas para trabajadores siguió creciendo, y en 1929 y 1932 se celebraron los primeros concursos con el intento de mejorar y densificar las viviendas obreras. Entretanto, otras resoluciones políticas fueron aprobadas. En 1934 un decreto presidencial facultó al Departamento del Distrito Federal para construir viviendas destinadas a sus trabajadores de ingresos mínimos (Sánchez, 2012).

Foto 1: Vivienda obrera, 1929, Ciudad de México.



Fuente: La vivienda social en México, Pasado-Presente-Futuro

Debido a la inestabilidad gubernamental de esos tiempos, las acciones significativas respecto a la construcción de viviendas se llevaron a cabo hasta 1940, debido a la ley de industrialización nacional, cuando diferentes alianzas con Estados Unidos de América promovieron una gran producción de casas de interés social, gracias a la producción de construcciones y materiales en masa que ayudaron a generar una alta densidad en complejos de vivienda (Ballén, 2009).

En las décadas de los 40's y 50's, con la aparición de las instituciones gubernamentales encargadas de fomentar la producción de vivienda, se dio una aproximación a la problemática y a la necesidad de satisfacer con grandes cantidades de vivienda a una población creciente y carente de recursos. Estos primeros diseños de viviendas sociales respondieron a ciertos parámetros universales que se desplegaron en todo el mundo con el llamado Movimiento Moderno Internacional de Arquitectura.

Entre 1950 y 1970 México alcanzó el doble de su población, por lo que para poder satisfacer las necesidades de vivienda, se promovió el pago de impuestos para los trabajadores, generando de este modo fondos para un sistema de préstamo para obtener una casa, la respuesta por parte del estado a esta problemática ha sido la oferta de la llamada vivienda de interés social. Esto permitió que algunos constructores privados de complejos de vivienda de interés social pudieran establecerse (Sánchez, 2012).

Foto 2: Complejo de vivienda de interés social, Ciudad de México.



Fuente: La vivienda social en México, Pasado-Presente-Futuro

En 1954 se decretó la primera ley sobre el Régimen de Propiedad y Condominio de los Edificios Divididos en Pisos, Departamentos, Viviendas o Locales. En ese mismo año se fundó el Instituto Nacional de la Vivienda (INVI), cuyo objetivo principal fue el de “atender las necesidades habitacionales de los estratos sociales económicamente débiles”. Así mismo, después del terremoto de 1985 en la ciudad de México, una gran cantidad de personas perdieron sus casas y varios edificios se dañaron gravemente o

fueron destruidos en su totalidad, por lo que la construcción de vivienda, dejó de ser tan alta. En los años siguientes, algunas leyes de gobierno permitieron que la iniciativa privada tuviera un fácil acceso en la compra de terrenos en las periferias de la ciudad lo que permitió a los agentes inmobiliarios una mayor construcción de casas de bajo costo en grandes extensiones de terreno (Sánchez, 2012).

Foto 3: Ciudad de México, terremoto de 1985



Distrito Federal después del terremoto en 1985

Fuente: La vivienda social en México, Pasado- Presente-Futuro

Hacia los años ochenta y noventa, se produjo una redefinición en la acción del Estado en materia de vivienda como resultado de un nuevo marco de reestructuración nacional y global en la economía mundial. Desde entonces, la participación estatal en los programas de vivienda se ha restringido a la promoción y financiamiento habitacional, estimulando con ello la participación social y privada a fin de que construyan y financien la construcción de viviendas (Sánchez, 2012).

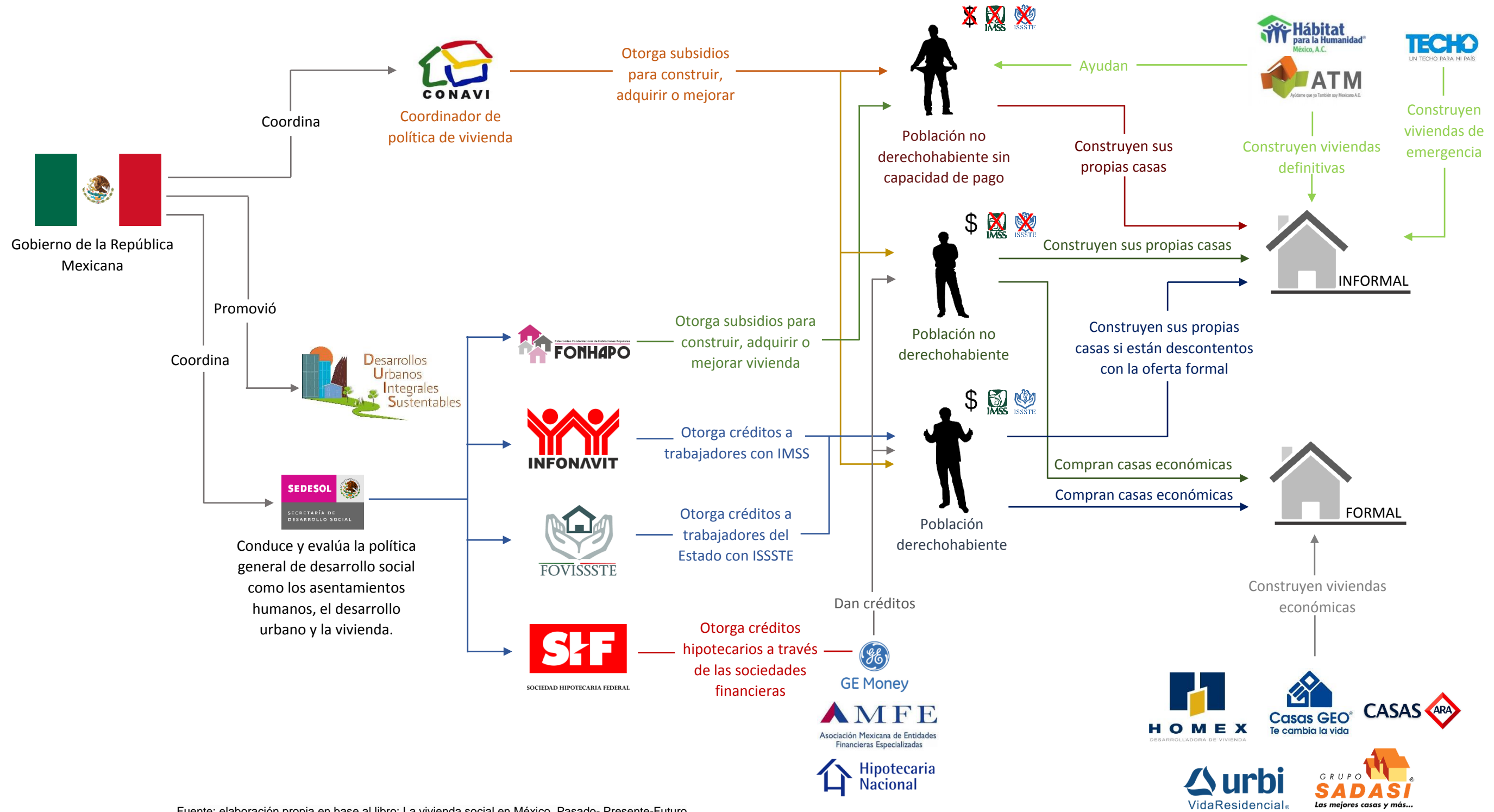
Dentro de todos los cambios que se sufrieron con el terremoto del 85, la vivienda no estuvo exenta de estos mismos, ya que debido a que uno de los elementos constructivos que sufrieron más daño, fueron los de este sector, con respecto a esto, Sánchez menciona lo siguiente:

Durante la época de 1988 a 1994 se llevaron a cabo importantes modificaciones en materia de vivienda y desarrollo urbano que tuvieron grandes implicaciones.

Se reformaron leyes relacionadas con el suelo, dando la oportunidad a ejidatarios y comuneros de negociar sus terrenos en forma privada con agentes privados o públicos... Este fenómeno, que en algún momento presentaba una buena oportunidad para los ejidatarios, con el tiempo se fue transformando. En esa fecha surgieron en la escena de la construcción varias empresas que se dedicaron a construir viviendas de carácter social con las mismas características físicas, ocupando esas extensiones enormes de tierra. Problemas, como la nula normativa urbana en la mayoría de estos terrenos, hicieron que se crearan grandes desarrollos sin infraestructura ni servicios; al mismo tiempo se le dio respuesta a la demanda de vivienda, pero con un producto poco eficiente y con muchas limitaciones (Sánchez, 2012).

A continuación se muestran los organismos que se encargan de gestionar la producción de viviendas de interés social en México, así como también el tipo de créditos que otorgan a la población al ser o no ser derechohabientes de instituciones que faciliten la obtención de estos espacios.

Diagrama 1: Instituciones que gestionan la producción de vivienda de interés social en México.



Fuente: elaboración propia en base al libro: La vivienda social en México, Pasado- Presente-Futuro

2.3. El surgimiento de políticas públicas en torno a la vivienda sustentable

Los antecedentes normativos de la Vivienda Sustentable se encuentran en la Ley de Vivienda expedida en 2006, bajo el Título sexto, sobre la Calidad y Sustentabilidad en la Vivienda en donde reafirma que en la generación de vivienda sustentable deberá establecer una programación y ejecución de acciones en este sector con base a un modelo normativo:

“La implicación que conlleva permite definir que la vivienda de tipo sustentable deberá contar con los siguientes elementos, con base a un modelo normativo que formule, promueva que las autoridades competentes, expidan, apliquen y mantengan en vigor y permanentemente actualizadas, disposiciones legales, normas oficiales mexicanas, códigos de procesos de edificación y reglamentos de construcción que contengan requisitos técnicos que garanticen seguridad estructural, habitabilidad y sustentabilidad de toda vivienda y que definan las responsabilidades generales, así como para cada etapa del proceso de producción de vivienda” (CONAVI, código de edificación de vivienda, 2007).

Por lo que respecta a esta política de vivienda sustentable, se puede resumir que este tipo de reglamentación no se llega aplicar en la mayoría de los estados del país.

Dentro de estas políticas de vivienda sustentable, se contempla el fomentar la vivienda de calidad, la cual está fundamentada en el Plan Nacional de Desarrollo en donde se establece que para desarrollar vivienda sustentable se consideran los aspectos principales como son: Medio ambiente, Salud, Planeación Uso del suelo, manejo de residuos sólidos, gestión del agua y agua residual, Desarrollo Económico, Impuestos Adquisiciones y Finanzas, Energía y otras empresas prestadoras de servicios (Plan Nacional de Desarrollo, 2012).

La institución responsable para desarrollar esta normatividad de edificación sustentable se realiza a través de la CONAVI. Las funciones que esta institución debe llevar a cabo son en relación al Plan, Marco Normativo, Investigación y Tecnología, Difusión, capacitación y financiamiento.

La vivienda como ya se ha estudiado es uno de los principales componentes de la ciudad, por ello, la importancia de estudiar el tema desde varios ángulos como lo ha sido el normativo, no obstante, qué ha pasado con la vivienda de interés social de tipo sustentable. El crecimiento urbano ha ido aumentando en gran cantidad con el paso de los años y aparentemente no es sino hasta este 2008 que las grandes instituciones y los desarrolladores consideraron a bien normar la vivienda de interés social de tipo sustentable.

Según la CONAVI, “se considera que los Desarrollos Habitacionales Sustentables son aquellos que respetan el clima, el lugar, la región y la cultura, incluyendo una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas para que sus habitantes puedan enfrentar las condiciones climáticas extremas que prevalecen en algunas zonas del país; y, que facilitan el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno” (CONAVI, criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables, 2008).

Dicho lo anterior, como ya se comentó, la sustentabilidad de la vivienda de interés social deberá considerar las dimensiones económica, social y ecológica pero con un amplio sentido de diseño arquitectónico que permita la integración ordenada de nuevos elementos, sobre todo la armonía con el paisaje y el entorno urbano sin perder de vista la eficiencia y eficacia de los sistemas habitacionales.

2.4. La sustentabilidad en la vivienda de interés social en México

Desafortunadamente, durante la crisis económica de 1994, muchas de las constructoras se fueron a banca rota, dejando al mando a pocas empresas que monopolizaron la construcción de vivienda en México, por consiguiente, en las siguientes 2 décadas, los complejos de vivienda se caracterizaron por la repetición de un patrón de construcción de bajo costo que alberga una densidad media de población (García, 2010).

Las características de esa tipología habitacional en México son, entre otras, las siguientes: contar de 42 a 76 metros cuadrados de superficie edificada; un programa arquitectónico que incluye cocina-comedor, 1 a 2 recamaras, 1 baño, 1 lugar de estacionamiento y todos los servicios básicos. En teoría estas características en conjunto darían como resultado que la familia mexicana dispusiera de una vivienda digna, con los ambientes mínimos para poder realizar sus actividades íntimas y privadas a un bajo costo (Alderete, 2010).

En 2006, la vivienda de interés social es considerada por el Código de Edificación de Vivienda como aquella que tiene una superficie construida entre 31 y 45 metros cuadrados. Esta clasificación está basada en criterios cuantitativos, que no consideran el bienestar del usuario ni del ambiente que lo rodea, sino que esto solamente se basa en el cumplimiento de metas numéricas, hecho que a largo plazo trae más efectos negativos que positivos tanto para los habitantes como para la sociedad y el medio ambiente donde esta se ubique (Barrios y Ramos, 2010).

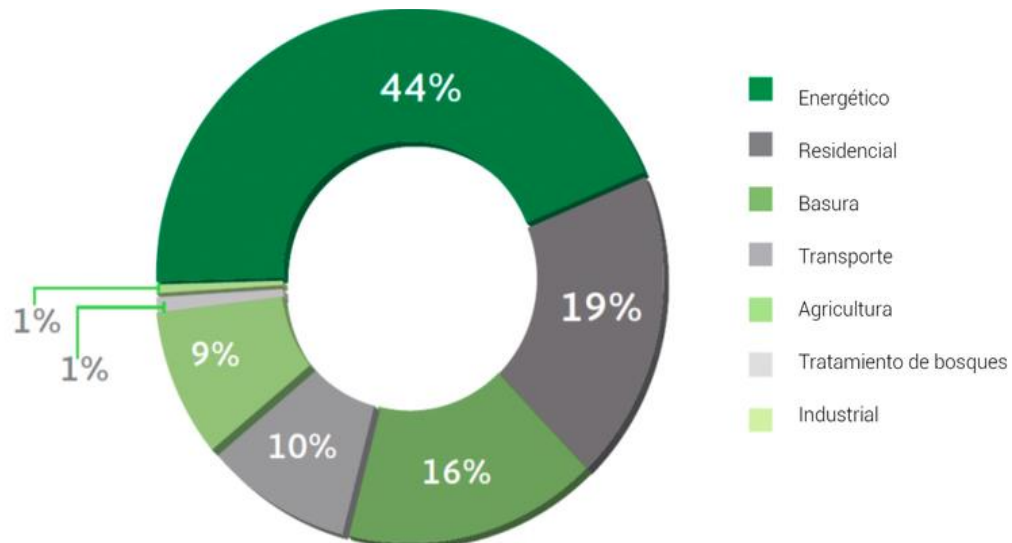
Tomando en cuenta las consideraciones cuantitativas que se tienen en la vivienda de interés social, García considera lo siguiente:

Este tipo de construcción no cumple con la cantidad ni calidad en la demanda de vivienda en la población, por lo que después de que una vivienda de éste

tipo es habitada se pueden notar alteraciones y modificaciones atendiendo a las necesidades de quien la habita, lo que refiere a una necesidad de personalización en su diseño. Aun cuando los sistemas de prefabricación han sido incluidos en la vivienda de interés social, los sistemas de construcción tradicional persisten y predominan, y éstas no satisfacen las necesidades en su totalidad ni con el entorno que la rodea (García, 2010).

Es importante remarcar que el 19% del gasto de energía en el país, se consume por el sector residencial, lo cual genera una emisión de CO₂ que supera la media global. Por lo que es necesario implementar un método de construcción de vivienda sustentable en América Latina; en tanto al diseño, es necesario considerar e incorporar un sistema de producción que permita al diseñador y al usuario, co-diseñar el producto final considerando materiales asequibles y de mejor calidad que ayuden a satisfacer las necesidades de los usuarios al mismo tiempo que la demanda de vivienda. Es evidente que el gasto de energía es importante en este sector ya que no hay parámetros que muestren a los usuarios alternativas para reducir el consumo de energía (EuropeAid, 2009).

Grafica 1: Consumo de combustible según el sector. País: México.



Fuente: EuropeAid, Cambio climático en América Latina. 2009

Debido a que en los últimos años los proyectos de vivienda de interés social todavía carecen de un diseño integral, es entonces que el gobierno aprueba programas como el Desarrollo Urbano Integral Sustentable (DUIS), esto para mejorar la planeación y el control del crecimiento urbano, dentro de esto considerándose la vivienda.

Este tipo de programas integrales pretenden lograr que la vivienda de interés social logre distanciarse de la vivienda que se ha construido en México en los últimos años por tomar en cuenta aspectos de sustentabilidad, como diseño bioclimático y eficiencia energética, se le nombra vivienda sustentable.

Como mínimo, este tipo de vivienda utiliza eco-tecnologías para el uso sustentable del agua y el ahorro energético. Sin embargo, la vivienda sustentable no puede considerarse completa sin entenderla como parte de un conjunto mayor que tiene como objetivo buscar el desarrollo sostenible (Hinojosa, 2012).

Considerando lo anterior, aquello que es sustentable no solo puede definirse por un cierto elemento, es por eso que Hinojosa considera lo siguiente:

Se considera un elemento habitacional sostenible cuando es rentable como modelo de negocio y redituable para el país en término de generación de empleo de finanzas públicas, cuando es amigable con el entorno ecológico en cuanto al uso de recursos naturales y su impacto en el ecosistema y es detonador de una vida en comunidad más cohesionada y con capacidad para trabajar y ponerse de acuerdo en pro de sus objetivos comunes (Hinojosa, 2012).

La oportunidad para tener un impacto positivo por medio del diseño sostenible de conjuntos habitacionales es enorme. Basta con ver algunas de las cifras del sector: se estima que para el año 2050 habrá 166 millones de habitantes en el país y en los

próximos 30 años se construirá el 35% de las viviendas que hoy existen en México. Para la tercera década del presente siglo, en México habrá casi 40 millones de hogares. El crecimiento de este sector será continuo durante los siguientes años dado que los ámbitos urbanos consumen el 50% de los recursos energéticos del país, (Hinojosa, 2012) el sector tiene un gran potencial de ahorro energético y optimización de uso de recursos. Además, la mayor parte de los desarrollos habitacionales que se construyen en México sigue sin considerar acciones mínimas de sustentabilidad. Los usuarios de este tipo de desarrollos terminan por abandonar sus casas debido a la falta de transporte, reducidas condiciones de confort y falta de espacios para la recreación y crecimiento cultural de la comunidad. También muchos de los nuevos desarrollos de vivienda consumen grandes porciones de terrenos que antes servían a la agricultura o eran espacios para la biodiversidad regional (Sánchez, 2012).

Por estas razones, el tener en cuenta una estrategia sostenible en el momento de planear, diseñar y construir es la oportunidad de mejorar la calidad de vida de millones de personas en México.

Los beneficios de construir de forma sustentable son muchos y aumenta la plusvalía de los desarrollos habitacionales. Entre los muchos beneficios podemos mencionar los siguientes: el ahorro de energía, ya que el usuario consume menos energía al habitar un hogar sustentable, viéndose así beneficiado económicamente en el pago de sus facturas de gas, luz y agua. Los habitantes de este tipo de vivienda están más tiempo en su zona de confort gracias a las estrategias bioclimáticas y a la correcta consideración de las condiciones del clima del lugar.

2.5. La vivienda de interés social en Acapulco, Gro.

En este apartado se presenta información de los antecedentes que han dado pie al desarrollo de la vivienda de interés social zona de estudio, así como también información de actual que narra la situación que se presenta hoy en día en el puerto de Acapulco.

En la ciudad de Acapulco a lo largo de la historia se han elaborado diversos planes de crecimiento urbano influenciadas en mucho por la política nacional del sector turístico, del sector inmobiliario o del sector financiero, según el momento, y muy poco considerando los requerimientos de la población local. Desde sus inicios como destino turístico, se establece una marcada segregación de la ciudad: Usos turísticos en el litoral costero y usos para la población local en las montañas y valles detrás del Anfiteatro (La expansión territorial de Acapulco y el uso inadecuado del suelo).

En la década de los 60's la distribución de la población se concentraba en el Anfiteatro, hacia los 70's, 80's y 90's nuevas áreas fueron urbanizadas, registrando asentamientos más importantes fuera del Anfiteatro. En el 2000, el 42 por ciento de la población de Acapulco vivía en el área del Anfiteatro, el 46 por ciento lo hace el en Valle de la Sabana (Zapata-Renacimiento-Coloso Cayaco) y el 12 por ciento restante se distribuye en las áreas conocidas como Acapulco Diamante y Pie de la Cuesta.

En la década de 1970 a 1980, la expansión urbana rebasó los límites del Anfiteatro de Acapulco y se plantearon propuestas de crecimiento habitacional fuera del mismo. En esa década se creó INFONAVIT y FOVISSSTE como institutos públicos de vivienda, quienes construyeron y financiaron grandes conjuntos habitacionales como Alta

Progreso y la Unidad Habitacional Coloso, entre las más importantes, marcando la pauta de crecimiento urbano (La expansión territorial de Acapulco y el uso inadecuado del suelo).

Foto 4: Unidad habitacional Coloso, Acapulco, Gro. 1970



Fuente: <http://elcolosoacapulco.blogspot.com/>

Con información del Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT), en el año 2018 aun cuando el Estado de Guerrero en materia de vivienda escaló de la posición 28 a la 12 al concluir el sexenio, persiste un déficit de vivienda de interés social para los trabajadores a quienes les pagan un salario mínimo. De acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI), esta institución en el año 2017 invirtió más de 15 mil millones de pesos en 33 proyectos habitacionales, que representarían por lo menos 26 mil viviendas de interés social en diversas regiones del Estado, sin embargo, aun con estas cifras de inversión, en la entidad continua existiendo un rezago de espacios para habitar de este tipo.

Por otra parte la Asociación Mexicana de Profesionistas Inmobiliarios (AMPI), el estado de Guerrero enfrenta un déficit inmobiliario de interés social de miles de vivienda cada año, lo que representa un serio problema para miles de trabajadores quienes se quedan sin poder ejercer sus créditos aprobados. El mayor problema se concentra en los principales municipios del estado como Acapulco, Chilpancingo, Iguala, Taxco e Ixtapa Zihuatanejo, debido a que las constructoras no están edificando el número de viviendas que requieren los trabajadores que han podido acceder a un crédito por parte del INFONAVIT e ISSSTE principalmente.

Este problema ha existido desde hace un par de años, en donde se viene arrastrando con este déficit por encontrar viviendas de interés social, cuyos precios se encuentran entre los 225 mil y 400 mil pesos, debido a que son muy solicitadas no solo por la gente local, sino que también habitantes de otras entidades federativas buscan adquirirlas como segundas residencias por el atractivo natural que representan lugares como Acapulco principalmente.

Actualmente el puerto de Acapulco, Guerrero; cuenta con un gran número de conjuntos habitacionales de vivienda de interés social, aun así con información de medios locales se da a conocer que este tipo de vivienda en la ciudad presenta un considerable déficit debido a la demanda que estos espacios tienen dentro de la población de esta ciudad. El Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) informa que los habitantes que solicitan créditos para este tipo de vivienda tienen dificultad para adquirir viviendas pues son pocas las de interés social que hay nuevas y disponibles.

También se detalla que son pocas las viviendas de interés social que se encuentren dentro del presupuesto de los créditos que se ofrecen a la población, otro de los

problemas que también se presentan es la falta de predios para construir los conjuntos habitacionales. Aunque por otro lado la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI), menciona que debido a la falta de incentivos para la construcción de viviendas de interés social se genere el déficit de casas en la entidad, pues es más redituable para las empresas hacerlas de interés medio en Acapulco que para el sector menos favorecido, dada la falta de servicios en los predios que se llegan a adquirir (INFONAVIT, 2018).



CAPITULO III

CAPÍTULO III

Análisis a programas institucionales de vivienda sustentable

3.1. Los organismos de vivienda de interés social y la sustentabilidad

En una estrategia de vivienda social sustentable es necesario que confluyan distintos actores federales, estatales, locales e internacionales interesados en la promoción de viviendas que brinden mejor calidad de vida a sus habitantes sin poner en riesgo el bienestar de las generaciones futuras. En esta sección se mencionan brevemente algunos de los principales actores del sector vivienda en México, tanto del sector público federal, como del sector privado y del sector internacional, cuya coordinación y comunicación es fundamental para alcanzar el objetivo de contar con viviendas más sustentables.

Diagrama 2: Principales dependencias en el sector vivienda en México.



Fuente: INFONAVIT

CONAVI

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) es el organismo federal encargado de coordinar el impulso del sector vivienda, de supervisar que los objetivos del Gobierno Federal hacia la vivienda en el país se cumplan, y de que lo anterior se realice con apego al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y el Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: hacia un desarrollo habitacional sustentable. La Ley de Vivienda expedida en el 2006 asigna a la CONAVI la supervisión de las acciones de vivienda que se realicen considerando plenamente el desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable.

En cumplimiento de su mandato, la CONAVI desarrolla y promueve mecanismos y programas de financiamiento, subsidio y ahorro para la adquisición de vivienda, enfocados en las familias de menores ingresos. A partir del 2007, la CONAVI implementa el Programa “Ésta es Tu Casa”, el cual busca apoyar a la población con ingresos más bajos para que pueda acceder a una solución de vivienda habitacional a través de la entrega de un subsidio en las siguientes modalidades: adquisición de una vivienda nueva o usada, compra de un lote con servicios para autoconstrucción y mejoramiento o rehabilitación de una vivienda. El monto del subsidio varía de acuerdo a la modalidad y al valor de la vivienda o proyecto (CONAVI, 2012).

INFONAVIT

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) es una institución creada por Ley, gobernada por una Asamblea conformada por representantes de los sectores de los trabajadores, patronal y del Ejecutivo Federal, en partes iguales. El Instituto surgió como una demanda del sector obrero para cumplir con la ley del derecho de los trabajadores a adquirir una vivienda digna. 3 La misión del Instituto es contribuir al bienestar integral de los trabajadores y sus familias al cumplir con la responsabilidad social de: 1) Ofrecer soluciones accesibles de crédito, para que resuelvan su necesidad de vivienda en entornos sustentables y comunidades competitivas; 2) Pagar rendimientos competitivos a la subcuenta de

vivienda; y 3) Ofrecer información y asesoría sobre su ahorro, crédito y elección de vivienda para que constituyan un patrimonio. El INFONAVIT tiene tres fuentes principales de financiamiento de acuerdo al artículo 5 de la Ley del INFONAVIT: la aportación patronal de 5% del salario de los trabajadores destinado al Fondo de Vivienda, la recuperación de los créditos que otorga y las aportaciones en numerario, servicios y subsidios que proporciona el Gobierno Federal (Pardo y Velasco, El proceso de modernización del INFONAVIT, 2009).

FONHAPO

El Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO) es una dependencia pública que opera, con cobertura nacional, el programa Vivienda Digna y el programa Vivienda Rural dirigidos a familias en situación de pobreza; la creación del patrimonio con certeza jurídica y la seguridad que da el tener un techo propio. A través del programa Vivienda Digna del FONHAPO, el gobierno federal otorga subsidios a los hogares mexicanos en situación de pobreza con ingresos por debajo de la línea de bienestar, con carencia de calidad y espacios de la vivienda, para que construyan, amplíen o mejoren sus viviendas. Los beneficiarios del programa Vivienda Digna del FONHAPO son los hogares mexicanos en situación de pobreza con ingresos por debajo de la línea de bienestar, con carencia de calidad y espacios de la vivienda que requieren mejorar sus condiciones habitacionales.

El gobierno federal, a través del FONHAPO, aporta los recursos financieros del programa Vivienda Digna, en el que también participan los gobiernos estatales y municipales con una aportación acorde con lo establecido en las Reglas de Operación del Programa. Además, los beneficiarios contribuyen con al menos 5% del valor de la acción en efectivo, o bien, si tienen las facultades físicas para hacerlo, cooperan con su propia mano de obra para construir, ampliar o mejorar su vivienda. Existen montos diferenciados para los municipios clasificados con un índice de alto o muy alto rezago social por el Consejo Nacional de Evaluación (FONHAPO, 2016).

CONUEE

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) tiene como objetivo central promover la eficiencia energética y fungir como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía. Entre sus facultades se encuentran acciones en materia de normatividad, diseño e implementación de políticas públicas para el aprovechamiento sustentable de la energía, actividades de promoción, difusión, información y evaluación en materia energética. La CONUEE es responsable de la ejecución y supervisión de programas, brindar asesorías al sector público; convenir acuerdos de coordinación a nivel estatal y municipal; concertar con el sector privado actividades para el aprovechamiento sustentable de la energía. Además es responsable de la normalización, certificación y verificación de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de eficiencia energética.

Uno de los ámbitos de acciones relevantes para la CONUEE es el sector vivienda, como fuente importante de consumo de energía. En ese sentido, la Comisión promueve que la vivienda, de manera integral, cuente con elementos – envolvente, aparatos electrodomésticos, dispositivos de confort térmico, entre otros – que disminuyan la demanda de energía y realicen un consumo eficiente (CONUEE, 2012).

CONAGUA

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es un órgano desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales que se encarga de la gestión de las aguas nacionales. La ley de Aguas Nacionales otorga a esta institución la facultad de formular y proponer la política hídrica nacional, así como dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de la misma. También tiene por objetivos promover el uso eficiente del agua y su conservación; incrementar la cobertura de agua potable del país y mejorar el desarrollo técnico - administrativo del sector hidráulico, entre otros (CONAGUA, 2012).

La CONAGUA destaca su importancia en la vivienda sustentable por la normatividad en el uso eficiente del agua, pues establece los estándares de eficiencia en el uso de agua a nivel vivienda y conjunto habitacional. Dentro de la vivienda, las normas emitidas por CONAGUA establecen los consumos máximos permitidos para los principales dispositivos dentro de la vivienda, como son los inodoros, lavadoras, regaderas y grifería. Asimismo, se han emitido normatividades relativas a la hermeticidad de la red hidráulica para reducir fugas, o aquellas relativas al tratamiento y reúso de aguas.

SEDESOL

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), a través de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano, se encarga del diseño e implementación de una política territorial enfocada en impulsar y evaluar el desarrollo social en la vivienda, guiándose por los objetivos de combate a la pobreza, el fomento a la competitividad, el empleo, la sustentabilidad y la calidad de vida. En materia de sustentabilidad, SEDESOL participa de manera directa en la implementación y supervisión de los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS – que se describen a mayor detalle más adelante). También se destaca por la elaboración del proyecto de Lineamientos que establecerán las condiciones básicas de sustentabilidad para conjuntos habitacionales que reciben subsidios y financiamientos federales, de acuerdo al artículo 73 de la Ley de Vivienda (SEDESOL, 2102).

FOVISSSTE

Creado en 1972 el Fondo de la Vivienda del ISSSTE (FOVISSSTE) es el Órgano Desconcentrado del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Es un fondo de pensiones para el beneficio de los trabajadores del sector público, que permite financiar créditos hipotecarios baratos.

Organismos Estatales y Municipales de Vivienda y Planeación

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 115 fracción V, establece como facultades de los Municipios en el marco de las leyes federales y estatales desarrollar las tareas fundamentales vinculadas con la planeación urbana, la prestación de servicios públicos y el desarrollo del sector vivienda. En ese sentido, los municipios son el ámbito de acción primordial donde deben aterrizar todos los esfuerzos conducentes a la planeación de ciudades y la construcción de viviendas sustentables. En diversas ocasiones los Municipios dan cumplimiento a estas responsabilidades con el apoyo y colaboración de las entidades estatales, las cuales juegan un papel fundamental para la planeación urbana y la generación de políticas locales para garantizar que sus habitantes tengan acceso a una vivienda digna.

3.2. Programas Nacionales y la Vivienda de interés social

Ante los impactos del cambio climático y el potencial que tiene México en asistir en su mitigación por medio de la vivienda sustentable, el Gobierno Federal ha hecho importantes esfuerzos por incluir y destacar la importancia de la sustentabilidad ambiental en sus políticas públicas y acciones de vivienda.

El marco normativo en materia de vivienda sustentable se concentra en tres legislaciones fundamentales de promulgación relativamente reciente: La Ley de Vivienda, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley General de Cambio Climático. En primer lugar, la Ley de Vivienda promulgada en el 2006, establece los lineamientos regulatorios de la Política Nacional de Vivienda, así como los instrumentos y los apoyos necesarios para el desarrollo de este sector, considerando los componentes de sustentabilidad, coordinación de instituciones y relación con el sector social y privado (Ley de Vivienda. Art.19.Párrafo IV).

Esta Ley otorga facultades a la CONAVI en materia de diseño, evaluación y seguimiento de la Política Nacional de Vivienda. De este modo establece las competencias de esta institución principalmente en la coordinación de los programas y líneas de acción con la participación de los sectores público, social y privado, entre otras atribuciones.

Otro aspecto novedoso de la Ley es que establece como prioridad en la Política Nacional de Vivienda propiciar que las acciones enfocadas al sector habitacional constituyan un factor de sustentabilidad, considerando la ordenación territorial y el desarrollo urbano (Ley de Vivienda, Título Sexto “de la calidad y sustentabilidad de la vivienda”). Asimismo, se establece en el artículo 73 que las acciones relacionadas con suelo y vivienda financiadas con recursos federales, deberán observar los lineamientos en materia de equipamiento, infraestructura y entorno que establezca la Secretaría de Desarrollo Social en conformidad con la Ley General de Asentamientos Humanos.

La Secretaría de Desarrollo Social elaboró en 2009 un proyecto de lineamientos.³ El proyecto establecería condiciones de equipamiento, diseño urbano y ubicación que deberán ser cumplidas por todos los desarrolladores de vivienda, para que estos puedan ser financiados por organismos públicos federales. Dichos lineamientos continúan en proceso de consulta pública.

El 28 de Noviembre del 2008, se publicó la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, la cual tiene por objetivo propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante su uso óptimo en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo.⁴ La Ley establece que La Secretaría de Energía (SENER) lidera las decisiones políticas en materia de eficiencia energética, mientras que la ejecución y supervisión de las medidas,

proyectos y programas son responsabilidad de la Comisión Nacional para el Uso de Eficiente de la Energía (CONUEE).

En el año 2013, por parte de CONAVI conjunto con otras instituciones enfocadas al desarrollo de la vivienda sustentable, se crea un programa denominado Estrategia Nacional para Vivienda Sustentable. Este programa se constituye con base a cinco elementos. El primer elemento lo constituye la Mesa Transversal de Vivienda Sustentable, instaurada en 2012 por CONAVI. Esta Mesa busca, mejorar la coordinación entre los diversos actores y definir una estrategia de trabajo conjunto, así como la colaboración y alineación de objetivos y acciones a nivel institucional. En este grupo de trabajo confluyen entidades públicas y privadas, nacionales y extranjeras.

El segundo elemento lo constituye una línea de acción de financiamiento que, con el apoyo de recursos nacionales e internacionales, permitirá evolucionar hacia metas más ambiciosas de sustentabilidad. Dentro de este pilar destaca la NAMA (Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas) de vivienda nueva encabezado por CONAVI, esfuerzo que constituye uno de los primeros ejemplos a nivel internacional para el financiamiento de medidas de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero en la vivienda.

El tercer eje que da sustento a la Estrategia Nacional para la Vivienda Sustentable es el desarrollo de herramientas de evaluación. Dichas herramientas pretenden establecer estándares de sustentabilidad en la industria de la vivienda, generar información clara para todo el sector y focalizar de mejor manera los recursos a las viviendas más eficientes.

El cuarto elemento de la estrategia lo constituye la definición de estándares normativos para el sector vivienda en México. En este ámbito, distintos organismos públicos, entre los que resaltan la CONUEE y la CONAGUA, han desarrollado esfuerzos de gran relevancia para establecer una normatividad de eficiencias mínimas en el consumo de agua y energía en los principales dispositivos dentro de las viviendas. Así también, se han desarrollado lineamientos que promueven la eficiencia en el consumo de agua y energía en el entorno habitacional y urbano.

El quinto elemento, que escapa del alcance del presente documento, se refiere a los esfuerzos por desarrollar las capacidades y recursos a nivel municipal en materia de vivienda y entorno sustentable. Los municipios son constitucionalmente los principales actores en materia de regulación y planeación de la vivienda. Es en este ámbito territorial administrativo donde se concretiza cada proyecto de vivienda y ciudad, y por lo tanto, el lugar donde deben aterrizar todos los objetivos y acciones que buscan impulsar viviendas de mejor calidad, brindar confort a sus habitantes y ser amigables con el medio ambiente para respetar el derecho de desarrollo y bienestar de las generaciones futuras.

En particular, la Estrategia Nacional considera los siguientes principios:

- Evolucionar hacia un concepto integral y comprensivo de vivienda sustentable, que considere la vivienda y su entorno.
- Impulsar el desarrollo de metodologías de evaluación y de análisis del comportamiento de la vivienda y de la situación del sector, en consonancia con una visión integral y multidimensional.
- Impulsar el diseño bioclimático de las viviendas, adecuado a las características de las localidades.
- Desarrollar nuevos sistemas constructivos de mayor calidad y eficiencia.

- Ampliar la cobertura de los programas existentes y adaptar éstos a una nueva visión integral, para llevar a la vivienda social en México a un nivel de mayor eficiencia y que brinde mayor confort a sus habitantes.
- Alcanzar esquemas de eficiencia energética y ambiental más ambiciosos.
- Mejorar los esquemas de financiamiento para que viviendas más eficientes y confortables sean accesibles a las familias de menores ingresos.

Los beneficios de construir de forma sustentable son muchos y aumenta la plusvalía de los desarrollos habitacionales. Entre los muchos beneficios podemos mencionar los siguientes: el ahorro de energía, ya que el usuario consume menos energía al habitar un hogar sustentable, viéndose así beneficiado económicamente en el pago de sus facturas de gas, luz y agua. Los habitantes de este tipo de vivienda están más tiempo en su zona de confort gracias a las estrategias bioclimáticas y a la correcta consideración de las condiciones del clima del lugar.

Dentro de esta Estrategia de Vivienda Sustentable, se contemplan tres grandes sectores los cuales son: el sector social, el ambiental y el económico. Dentro de estos se analiza el impacto benéfico que esta estrategia podría crear dentro de estos.

Impacto Social:

- Mejorar la calidad de vida de la población (confort térmico).
- Brindar información pública y transparente sobre el nivel de eficiencia de cada vivienda para fomentar una competencia positiva entre desarrolladores inmobiliarios que se reflejará en ofertas más atractivas para la vivienda de interés social.
- Informar a los derechohabientes, a través del etiquetado de viviendas, el nivel de desempeño energético y ambiental de la oferta de viviendas.

Impacto Ambiental:

- Mejorar gradualmente el desempeño energético y medioambiental de las viviendas.
- Homologar criterios de evaluación ambiental en la industria

Impacto Económico:

- Reducción de costos en los servicios de electricidad, gas y agua, y generación de ahorros para las familias.
- Mejor focalización de incentivos para la vivienda sustentable.
- Atraer recursos, incentivos y subsidios hacia la vivienda sustentable.
- Incentivar el desarrollo de una industria nacional de materiales y tecnologías eficientes y sustentables.

3.3. Vida Integral – INFONAVIT

Infonavit incorpora la sustentabilidad en su programa estratégico Vida Integral, que incluye atributos de la sustentabilidad ambiental, social y económica. El programa antepone la mejora de calidad de vida de los acreditados y la generación de plusvalía en las viviendas financiadas. Este programa se desarrolla a través de los tres ejes más importantes que tienen que ver en la conformación de ciudades y desarrollos habitacionales: Entorno, Vivienda y Comunidad.

Desde el 2011, con Vida Integral Infonavit, el instituto incentiva la Vivienda Sustentable (VS) que contempla al menos 20 atributos de calidad de la vivienda, de sus alrededores y promueve la responsabilidad de los vecinos con su entorno y comunidad. Para gozar de los incentivos asociados al programa *Vida Integral Infonavit: Vivienda Sustentable*, las viviendas tienen que cumplir con la mayoría de los atributos de los ejes rectores del programa: Entorno, Vivienda y Comunidad o

ser parte de un Desarrollo Urbano Integral Sustentable. Es decir que cumpla con servicios públicos cercanos como escuelas, hospitales, vialidades pavimentadas y que cuente con ecotecnologías y centros de integración social.

3.4. Hipoteca verde – INFONAVIT

Desde el año 2007, el Infonavit implementa el **Programa Hipoteca Verde**, cuyo objetivo es promover medidas sustentables dentro de la vivienda a través de la

Imagen 1: Programa Hipoteca Verde, INFONAVIT



Fuente: INFONAVIT

inclusión de tecnologías ecológicas o ecotecnologías. Además de la reducción en consumos energéticos y emisiones de gas invernadero, la inclusión de estas tecnologías implica ahorros para los derechohabientes derivados de la reducción en los consumos de electricidad, agua y gas. Estos ahorros se

traducen en un mayor ingreso disponible que fortalece la capacidad de pago de los créditos con el Instituto (INFONAVIT, 2012).

El Programa Hipoteca Verde es, esencialmente, un esquema de crédito bajo el cual se aporta un monto adicional a los derechohabientes para financiar la adquisición de ecotecnologías en sus viviendas. El programa comenzó como plan piloto en 2007; como esta experiencia fue exitosa se expandió e institucionalizó a nivel nacional en 2009. A partir de 2009, el programa funcionó como un esquema de crédito opcional que aportaba un monto adicional a los derechohabientes para

financiar la adquisición de un paquete fijo de ecotecnologías que se tenía que elegir entre distintas opciones de paquetes de acuerdo a la zona climática. A partir de 2011 se aprobó un nuevo esquema, llamado programa Hipoteca Verde Flexible, que permite a los derechohabientes seleccionar las ecotecnologías que mejor satisfacen sus necesidades a partir de una lista amplia aprobada por el Infonavit.

Dentro del Programa Hipoteca Verde, como antes se hizo mención, las ecotecnologías son un elemento que se destaca dentro de este, en donde El derechohabiente puede elegir una combinación de ecotecnologías que le brinden el nivel de ahorro deseado, los cuales varían según la zona bioclimática donde se encuentre su vivienda. Las ecotecnologías que se contemplan son: Focos ahorradores (lámparas fluorescentes compactas), equipos de aire acondicionado de alta eficiencia o bajo consumo, aislantes térmicos en techo o muros, recubrimiento reflectivo como acabado en techo o muros, calentador solar de agua, calentador de paso de gas, inodoro de grado ecológico, regadera con dispositivo ahorrador, grifos o válvulas con dispositivo ahorrador, ventanas con doble vidrio y marco de PVC, entre otras. Esta lista se actualiza con nuevos equipos permanente, siempre y cuando cumplan con las certificaciones o dictámenes de su eficiencia. Los proveedores de estas ecotecnologías son previamente autorizados por el INFONAVIT y cada una debe cumplir con las normas correspondientes de eficiencia.

3.5. Esta es tu casa – CONAVI

Como se comentó anteriormente, a partir de 2007 la CONAVI implementa el Programa “Ésta es Tu Casa”, el cual permite a la población con ingresos más bajos acceder a una solución de vivienda habitacional a través de la entrega de un subsidio en las siguientes modalidades: adquisición de una vivienda nueva o usada, compra de un lote con servicios para autoconstrucción y mejoramiento o rehabilitación de una vivienda. El monto del subsidio varía de acuerdo a la

modalidad y al valor de la vivienda o proyecto. En el 2009 el programa incluyó por primera vez lineamientos y parámetros de sustentabilidad definidos por la CONAVI en función de la tipología de vivienda y la zona bioclimática, considerando cinco categorías: análisis del sitio, uso eficiente de energía, uso eficiente de agua, manejo adecuado de residuos y mantenimiento de equipos e instalaciones (CONAVI, 2012).

En términos prácticos, estos lineamientos exigieron la inclusión de tecnologías eficientes en el consumo de energía y agua en las viviendas, como requisito para calificar al subsidio para la adquisición de vivienda, dichas tecnologías coinciden con las mencionadas para el Programa Hipoteca Verde. Por sus resultados y por el diseño del programa en alianza con Hipoteca Verde, la CONAVI y el INFONAVIT fueron galardonados en 2009 con el Premio Internacional de Eficiencia Energética para Ahorro de Energía.

En el año 2012 se crearon nuevas Reglas de Operación para la autorización de subsidios. Estas reglas consideran nuevas herramientas de evaluación y otorgamiento de subsidios diferenciados con base a nuevos criterios de ubicación y sustentabilidad de la vivienda. Los criterios se reflejan en un sistema multidimensional de puntaje que califica la sustentabilidad de la vivienda desde una visión integral que considera: la ubicación, equipamiento, re-densificación y competitividad. Con base en estos criterios, se evalúa si se otorga el subsidio para la vivienda o no (CONAVI, 2012).

Imagen 2: Criterios de evaluación, programa Esta es tú Casa – reglas de operación 2012



Fuente: INFONAVIT

La incorporación de estos parámetros de vivienda y entorno sustentable busca promover que la vivienda, además de ser ecológica y eficiente, cuente con una mejor ubicación y esté cerca de fuentes de empleo, salud, educación, esparcimiento, etcétera. Asimismo, para determinar el monto del subsidio, se considera el valor de la vivienda y el puntaje otorgado basado en estos parámetros con información obtenida del Registro Único de Vivienda (RUV). La incorporación de estos parámetros de vivienda y entorno sustentable busca promover que la vivienda, además de ser ecológica y eficiente, cuente con una mejor ubicación y esté cerca de fuentes de empleo, salud, educación, esparcimiento, etcétera. Asimismo, para determinar el monto del subsidio, se considera el valor de la vivienda y el puntaje otorgado basado en estos parámetros con información obtenida del Registro Único de Vivienda (RUV). Asimismo, el RUV es una base de datos de viviendas nuevas y usadas que permite a las instituciones federales

apoyarse de este instrumento para realizar los procesos operativos de cada institución, por ejemplo la evaluación en “Ésta es tu Casa” o de “Hipoteca Verde”.

A continuación se describen uno a uno los criterios considerados a evaluar en el programa Esta es tu Casa por parte de la Comisión Nacional de Vivienda:

Ubicación

En este componente se consideran tres polígonos de ubicación que se evalúan de acuerdo a la información geoestadística disponible. Para que la vivienda se encuentre en el primer polígono debe haber cercanía de la vivienda a fuentes de empleo, servicios y equipamiento. Para ser considerado parte del *segundo polígono*, la vivienda debe estar ubicada en una zona de consolidación urbana; finalmente para el *tercer polígono*, la vivienda se debe localizar en un área contigua al área urbana de crecimiento y que esté dentro del radio de influencia de escuelas secundarias.

Equipamiento

El componente de equipamiento se divide en cuatro variables: equipamiento de salud, jardín de niños, escuelas primaria y secundaria. A partir de parámetros de distancia se les otorga un puntaje determinado a las viviendas. Por ejemplo, las viviendas que cuentan con equipamiento de salud dentro de un radio de 1500 m. obtienen un puntaje mayor que las viviendas que se ubiquen de 1500 m. a 2500 m. y así sucesivamente.

Re-densificación

Este componente cuenta con tres variables: tipología de vivienda, densidad bruta y superficie total habitable en metros cuadrados. En el indicador de *tipología* se otorga

un mayor puntaje a la vivienda vertical con tres pisos o más, que a una vivienda dúplex o unifamiliar. La densidad bruta se refiere a la densidad aprobada según el reglamento de fraccionamiento o el plan de desarrollo urbano, incluye superficie de vialidad, equipamiento y otros usos complementarios a la vivienda. Y finalmente, en la variable de *superficie total* se considera con mayor puntaje a las viviendas que tienen una superficie habitable mayor de 42 m².

Competitividad

La competitividad es entendida como equipamiento de áreas libres, transporte público cercano y ecotecnologías o medidas ambientales adicionales. Estas variables se califican con relación a la cercanía con la habitación y criterios técnicos considerados en las Reglas de Operación 2012.

La perspectiva del programa *Ésta es tu Casa* hacia el mediano plazo es la integración de una visión que considere la sustentabilidad de la vivienda y su entorno desde un enfoque que sea cada vez más integral y ambicioso. En este sentido la CONAVI busca el desarrollo de viviendas cada vez más sustentables para los sectores de menores ingresos, que brinden mayor confort y calidad de vida a sus habitantes. En materia de eficiencia energética y ambiental se considera el enfoque del desempeño global de la vivienda que reconoce a la vivienda como todo un sistema con partes interdependientes: el diseño, las tecnologías de consumo de energía y agua, etc. (CONAVI, 2012)

3.6. Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS)

Los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS) son proyectos reconocidos por un grupo de dependencias federales por contemplar la integración de vivienda,

industria, infraestructura, equipamiento, esparcimiento y otros insumos o servicios. La característica esencial que deben cumplir los desarrollos para que puedan ser considerados DUIS es que las viviendas cuenten, de forma cercana, con todos los servicios básicos necesarios para la vida cotidiana, así como con fuentes de empleo. Con ello se logran reducir al máximo los traslados de las personas, así como la gran cantidad de energía consumida como consecuencia de estos. Lo anterior se traduce en menores emisiones de CO₂, un ahorro para las familias y mejor calidad de vida. Asimismo, se persigue un mejor aprovechamiento del uso del suelo y su re-densificación, acciones que también conllevan importantes beneficios ambientales y económicos.

Los DUIS son resultado de una estrategia de transversalidad que integra esfuerzos de los gobiernos federal, estatal y municipal, en alianza con la iniciativa privada. Los desarrolladores que desean proponer un desarrollo habitacional para su reconocimiento como DUIS, deben presentar su proyecto a un grupo evaluador, que incluye a las Secretarías de Hacienda, SEDESOL, SEMARNAT, SENER, Economía, así como la CONAVI, INFONAVIT, FOVISSSTE, BANOBRAS, FONADIN, PROMEXICO y SHF. Este grupo cuenta con una metodología de evaluación técnica que considera 83 criterios y parámetros, integrados en 11 determinantes, 23 pre-requisitos y 48 indicadores.¹⁷ Por sus características, se han definido dos tipos de DUIS: 1) Los proyectos intraurbanos, que promueven una re-densificación inteligente a través del aprovechamiento del suelo disponible en las ciudades; y 2) los *proyectos periurbanos*, que desarrollan macrolotes con usos de suelo mixto (vivienda, equipamiento, servicios, industria, etc.), en donde se puedan desarrollar nuevas comunidades. Preferentemente, estos desarrollos deben ubicarse en las inmediaciones de la ciudad (CONAVI, 2012).

Hasta principios de 2012, se han certificado seis DUIS, representando cerca de 280,000 viviendas en 15 estados.¹⁸ Existen distintos complejos en Baja California Norte, Guanajuato, Sonora, Tabasco, Jalisco, Yucatán y Puebla (CONAVI, 2012)

3.7. Políticas y herramientas de sustentabilidad en el sector vivienda

Ante los impactos del cambio climático y el potencial que tiene México en asistir en su mitigación por medio de la vivienda sustentable, el Gobierno Federal ha hecho importantes esfuerzos por incluir y destacar la importancia de la sustentabilidad ambiental en sus políticas públicas y acciones de vivienda.

El marco normativo en materia de vivienda sustentable se concentra en tres legislaciones fundamentales de promulgación relativamente reciente: La Ley de Vivienda, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley General de Cambio Climático. En primer lugar, la Ley de Vivienda promulgada en el 2006, establece los lineamientos regulatorios de la Política Nacional de Vivienda, así como los instrumentos y los apoyos necesarios para el desarrollo de este sector, considerando los componentes de sustentabilidad, coordinación de instituciones y relación con el sector social y privado.

Esta Ley otorga facultades a la CONAVI en materia de diseño, evaluación y seguimiento de la Política Nacional de Vivienda. De este modo establece las competencias de esta institución principalmente en la coordinación de los programas y líneas de acción con la participación de los sectores público, social y privado, entre otras atribuciones.

Otro aspecto novedoso de la Ley es que establece como prioridad en la Política Nacional de Vivienda propiciar que las acciones enfocadas al sector habitacional constituyan un factor de sustentabilidad, considerando la ordenación territorial y el desarrollo urbano. Asimismo, se establece en el artículo 73 que las acciones relacionadas con suelo y vivienda financiadas con recursos federales, deberán observar los lineamientos en materia de equipamiento, infraestructura y entorno que establezca la Secretaría de Desarrollo Social en conformidad con la Ley General de Asentamientos Humanos.

Debido a los grandes impactos del cambio climático y a la factibilidad que tiene el país para ayudar a la mitigación de estos por medio de la vivienda sustentable, el Gobierno Federal ha hecho importantes esfuerzos por incluir y destacar la importancia de la sustentabilidad ambiental en sus políticas públicas y acciones de vivienda.

El marco normativo en materia de vivienda sustentable se concentra en tres legislaciones fundamentales de promulgación relativamente reciente: La Ley de Vivienda, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley General de Cambio Climático. En primer lugar, la Ley de Vivienda promulgada en el 2006, establece los lineamientos regulatorios de la Política Nacional de Vivienda, así como los instrumentos y los apoyos necesarios para el desarrollo de este sector, considerando los componentes de sustentabilidad, coordinación de instituciones y relación con el sector social y privado.

Esta Ley otorga facultades a la CONAVI en materia de diseño, evaluación y seguimiento de la Política Nacional de Vivienda. De este modo establece las competencias de esta institución principalmente en la coordinación de los programas y líneas de acción con la participación de los sectores público, social y privado, entre otras atribuciones. Otro aspecto importante de la Ley es que establece como prioridad en la Política Nacional de Vivienda propiciar que las acciones enfocadas al sector habitacional constituyan un factor de sustentabilidad, considerando la ordenación territorial y el desarrollo urbano.

También, se establece en el artículo 73 que las acciones relacionadas con suelo y vivienda financiadas con recursos federales, deberán observar los lineamientos en materia de equipamiento, infraestructura y entorno que establezca la Secretaría de Desarrollo Social en conformidad con la Ley General de Asentamientos Humanos. La Secretaría de Desarrollo Social elaboró en 2009 un proyecto de lineamientos. El

proyecto establecería condiciones de equipamiento, diseño urbano y ubicación que deberán ser cumplidas por todos los desarrolladores de vivienda, para que estos puedan ser financiados por organismos públicos federales (Cámara de Diputados, Ley de Vivienda, 2006).

El 28 de Noviembre del 2008, se publicó la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, la cual tiene por objetivo propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante su uso óptimo en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. La Ley establece que La Secretaría de Energía (SENER) lidera las decisiones políticas en materia de eficiencia energética, mientras que la ejecución y supervisión de las medidas, proyectos y programas son responsabilidad de la Comisión Nacional para el Uso de Eficiente de la Energía (CONUEE).

El artículo 26 de dicha Ley confirma la responsabilidad de la CONUEE de otorgar certificados de procesos, productos y servicios respecto al grado de incorporación de la eficiencia energética, así como el grado de cumplimiento de la normatividad. Enfatizando estas disposiciones y de lo dispuesto en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), en septiembre del año 2010 la CONUEE publicó el Programa de Fomento a la Certificación de Productos, Procesos y Servicios, el cual considera, entre otros la certificación de la eficiencia energética de las viviendas. Finalmente, el 5 de junio del 2012, entró en vigor la Ley General de Cambio Climático con la cual el país se compromete a reducir las emisiones de GEI y a evitar la deforestación.

Los principales elementos de la ley contemplan: la implementación de metas nacionales para mitigar las emisiones de GEI donde México se compromete a la reducción del 30% de sus emisiones para el 2020 y el 50% para el 2050, un nuevo

marco institucional donde se establece concurrencia entre los tres niveles de gobierno, el sector privado y la sociedad civil y una serie de medidas de adaptación para hacer frente a los efectos del cambio climático.

Para lograr estos objetivos, se establecen herramientas regulatorias como: evaluaciones periódicas por un consejo independiente integrado por representantes de la comunidad científica, iniciativas privadas y la sociedad civil; un Inventario Nacional de Emisiones, el Registro Nacional de Emisiones, el sistema voluntario de comercio de bonos de carbono; se eleva a categoría de ley la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático para coordinar la investigación y evaluación de políticas públicas hacia el cambio climático (Cámara de Diputados, Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 2008).

Esta nueva ley confirma la visión de México a largo plazo, como uno de los primeros países en desarrollo en crear una política nacional para combatir el cambio climático, presentada en el 2007 y posteriormente conformando el Programa Especial del Cambio Climático en el 2009 (Presidencia de la Republica).

El marco legal antes mencionado, da sustento a los programas y acciones que ha desarrollado México en los últimos años para dar cumplimiento a los objetivos de sustentabilidad en el sector vivienda plasmados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

Imagen 3: Proyectos Nacionales de Sustentabilidad Ambiental en el Sector Vivienda.

	Plan Nacional de desarrollo (PDN) 2007-2012
	Programa Sectorial de Energía (PSE)
	El Programa Nacional de Vivienda (PNV) 2007-2012
	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE)
	Programa Transversal de Vivienda Sustentable (PVS)
	Programa Especial del Cambio Climático (PECC)

Fuente: Presidencia de la Republica.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 asume como prioridad básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable e incluye como uno de sus ejes principales el tema de Sustentabilidad Ambiental. Por primera vez, se establecen de manera explícita objetivos y líneas de acción para reducir los impactos del cambio climático en el país. El PND reconoce la desigualdad en la distribución del agua y destaca la urgencia de racionar su uso para evitar que afecte el desarrollo económico y social de la población ya que la reserva se reduce 6 kilómetros cúbicos por año. De acuerdo con el PND, la Secretaría de Energía tiene la responsabilidad de elaborar el Programa Sectorial de Energía (PSE) y de establecer los compromisos de las dependencias y organismos federales en materia energética. Este programa incluye las metas específicas para 2012 en materia de ahorros en consumo y reducción de GEI, y define objetivos y acciones de eficiencia energética (Plan Nacional de Desarrollo, 2007-2012).

Por otro lado, para el periodo del 2007 al 2012, se creó el Programa Nacional de Vivienda (PNV), el cual rige los esfuerzos en materia de vivienda del gobierno mexicano, y en el que destacan como objetivos el incrementar la cobertura de financiamiento de viviendas ofrecidas a la población, impulsar un desarrollo habitacional sustentable, consolidar el Sistema Nacional de Vivienda a través de mejoras a la gestión pública, consolidar una política de apoyos del Gobierno Federal que facilite a familias de clase baja el acceso a financiamientos y que fomente el desarrollo habitacional sustentable.

A su vez, el objetivo de impulsar un desarrollo habitacional sustentable contempla como líneas de acción:

- Estimular la construcción de desarrollos habitacionales con características de sustentabilidad. Esto se planea llevar a cabo impulsando un programa de certificación, dando incentivos e instaurar la “hipoteca verde” en los organismos nacionales de vivienda; así como la implementación de los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables, entre otros.
- Impulsar la disponibilidad de suelo apto para el desarrollo sustentable.
- Promover la actualización de los marcos normativos que regulan el desarrollo habitacional en los estados y municipios. Lo anterior, modernizando las regulaciones de construcción y desarrollo habitacional de los municipios y estados.

Además del Programa Sectorial de Energía (PSE) y el Programa Nacional de Vivienda (PNV), el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) se propone implementar políticas de aprovechamiento sustentable en los usos finales de energía como iluminación, transporte, equipos del hogar, edificaciones, etc. Estos usos o servicios representan 56% del consumo nacional energético y más del 90% se concentra en los sectores transporte, industrial, residencial y comercial.

Tanto en materia de eficiencia energética como de aprovechamiento sustentable de la energía, estos programas incluyen diversas medidas y políticas que impactan directamente al sector vivienda. Específicamente, el PSE promueve la adopción de tecnologías energéticamente eficientes a través de políticas y mecanismos financieros en viviendas de interés social; en concreto se establecen requisitos en materia de eficiencia energética como condición para obtener el financiamiento para la adquisición de viviendas que otorguen entidades como la CONAVI, el INFONAVIT y el Fondo de la Vivienda del ISSSTE (FOVISSSTE). Por su parte, PRONASE promueve medidas para incrementar la eficiencia en equipos electrodomésticos y de iluminación dentro de la vivienda, así como criterios de eficiencia energética para el proceso constructivo de edificaciones (Sistemas Integrales de Gestión Ambiental, Presidencia de la Republica, 2007).

Con el fin de unificar esfuerzos y trabajar en conjunto hacia la coordinación de la política pública de la vivienda sustentable, en el 2008 se firmó un convenio de colaboración entre la Secretaría de Energía (SENER), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Consejo Nacional de Vivienda (CONAVI), para coordinar el Programa Transversal de Vivienda Sustentable (PVS), que tiene por objetivo transformar la conceptualización y las prácticas constructivas de la vivienda de interés social en el país y de esta manera contribuir a la sustentabilidad ambiental y a mejorar la calidad de vida para los mexicanos.

El PVS establece el desarrollo de criterios de sustentabilidad y recomendaciones para los principales ejes transversales como la energía, el agua y los residuos sólidos. Para ello y con el propósito de fomentar la sustentabilidad de la vivienda y disminuir la necesidad de aumentar la capacidad del uso de servicios públicos, se considera la incorporación de energías renovables y programas de uso razonado de los recursos (SENER, Diario Oficial, Primera Edición, 2009).



CAPITULO IV

CAPÍTULO IV

Factores empleados en los programas de vivienda sustentable

En el capítulo que se presenta a continuación se describen los diferentes factores que la sustentabilidad engloba para su desarrollo y su aplicación en diferentes campos, dentro de ellos se incluye la arquitectura. De acuerdo con muchos autores especializados en el tema de la sustentabilidad, el elemento al cual se le destina más importancia es sin duda alguna el medio ambiente, si bien, el objetivo de la sustentabilidad es promover el uso de energías renovables en lugar de las no renovables, se deben tomar en cuenta otros factores que juegan un papel importante para permitir que esto sea posible y lograr así un mejor aprovechamiento del entorno que nos rodea. Los otros factores que se integran a la sustentabilidad son lo económico y social, al crearse esta relación e interacción entre estos elementos se crea el denominado desarrollo sustentable, el cual tiene como objetivo permitir que la humanidad pueda satisfacer sus necesidades cotidianas sin comprometer las necesidades de futuras generaciones de acuerdo al Informe de Brundtland de 1987.

Toda obra arquitectónica debe ser concebida en armonía en relación con el clima y las condiciones particulares de la zona con respecto en lo económico, social, cultural y tecnológico. La importancia que tiene el diseño de las viviendas va a repercutir de manera positiva o negativa en la calidad de estos espacios y del confort percibido por los usuarios, además, este también determinará su comportamiento futuro en cuanto a la demanda de energía, mantenimiento y ciclo de vida.

De acuerdo a los autores Eduardo Salinas y John Middleton, el desarrollo sustentable debe ser adecuado desde el punto de vista tecnológico, el cual pueda ser viable económicamente y socialmente aceptable. Otras definiciones de este desarrollo se pueden entender como el estado o calidad de vida en la cual las necesidades humanas sean satisfechas procurando la integridad ambiental,

económica y social. De acuerdo a los factores que se mencionan, los aspectos que se deben contemplar dentro de estos son: la calidad de vida de la población, este se considera como un factor social: la contaminación y sus consecuencias como el cambio climático, la reducción del agua considerado como principal recurso de vida, las lluvias acidas, la disminución de la capa de ozono, la reducción de la flora y fauna, entre otras, se considera un factor ambiental y el ahorro de energía por medio de la utilización de elementos que aprovechen la energía renovable, la utilización de materiales reciclados o el aprovechamiento y uso de materiales de la zona para su uso, se considera de cierta modo un ahorro, clasificándose así como un factor económico.

El llevar a cabo la ejecución de los factores: económico, social y ambiental, en donde exista una relación entre ellos y sean aplicados de manera equitativa ha resultado difícil, ya que en los programas y políticas que abarcan esta temática no se ha podido plasmar dicha relación, debido a que se le ha dado mayor importancia al factor ambiental por encima de los otros dos elementos que forman parte del concepto “sustentabilidad”.

El denominado desarrollo sustentable es complejo debido al uso multidisciplinario con que se aborda, siendo para algunos de vital importancia el uso de los recursos naturales renovables, de manera que estos no se agoten o degraden manteniendo un informe constante de recursos para las futuras generaciones. Se debe crecer económicamente pero con calidad, evitando la degradación ambiental, debido a que el crecimiento económico es necesario para mitigar la pobreza, tomando en cuenta también la forma de distribución de los recursos en un país determinado.

Diagrama 3: Factores englobados en la sustentabilidad.



Fuente: www.ovacen.com

4.1. Factor ambiental en la sustentabilidad

El medio ambiente donde se llega a ubicar cualquier obra constructiva juega un papel muy importante al momento de su construcción en base a las características particulares de esa zona es que se debe guiar el diseño arquitectónico de cualquier espacio habitable.

El proceso de globalización que se vivió a mediados del siglo XX en el mundo, forjó una arquitectura más general y menos particular. “En el diseño de los edificios, perdió importancia la preocupación por el clima local, la orientación de las fachadas, la ventilación natural, la relación entre muros opacos y vidriados, los materiales constructivos o cualquier técnica para reducir el consumo de energía durante la vida útil del edificio... hubo una expansión de las técnicas constructivas y la consolidación de la tecnología de climatización artificial, lo que permitió la construcción de edificios con total independencia de los factores climáticos

externos, pues los problemas de aumento de calor o frío eran solucionados por los nuevos equipamientos de climatización y a un coste elevado de la energía”, (Díaz, 2010).

En las últimas décadas del siglo XX comienza a cambiar la situación en la arquitectura en gran parte del mundo, los diseños aplicados en las edificaciones deja de prestarle importancia al aprovechamiento de los diferentes elementos que ofrece el medio donde se construyen dichos espacios, esto, debido al desarrollo tecnológico que se dio en esa época, dando prioridad a la creación de una arquitectura moderna mediante la implementación de elementos que si bien crean un gran confort para los usuarios dentro de las edificaciones, representan un gran gasto de energía no renovable.

En la arquitectura se debe conocer y aprovechar las condiciones particulares del contexto donde se va a construir. En el diseño de cualquier edificación se debe tener en cuenta diferentes elementos como: la topografía, montañas, los vientos dominantes, el asoleamiento, la orientación respecto al norte, el clima, el agua, el uso de diferentes materiales, esto para lograr el confort interior necesario para sus usuarios. Una de las opciones es beneficiarse de la ventilación natural como herramienta sustentable para reducir los gastos energéticos debido al uso de artefactos de climatización. En este sentido, surge la arquitectura bioclimática, que mezcla los conocimientos funcionales del diseño arquitectónico, con teorías de climatología y fisiología humana.

De acuerdo con Sosa y Siem (2004), las variables climáticas más importantes a considerar son: temperaturas medias, máximas y mínimas; humedad relativa; radiación solar; dirección y velocidad de los vientos; niveles de nubosidad y pluviometría. Igualmente es importante tener en cuenta el tipo de suelo que servirá

de apoyo a la edificación y la posibilidad de materia prima para construir, la vegetación característica, la relación con el contexto, entre otras.

Otros autores destacan que “Las modificaciones al medio ambiente natural deberían ser obligatoriamente gestionadas a partir de una estrategia de sustentabilidad, y esto significa que el desarrollo del medio ambiente construido, y sus modificaciones, deben ser planteados en términos de su pertinencia y viabilidad social, económica y ambiental con el fin de garantizar que las construcciones que se realicen hoy perduren para las generaciones futuras, de manera de compensar los daños irreversibles que puedan provocar las modificaciones al medio natural” (Acosta y Cilento, 2005).

Es importante considerar que al medio natural a intervenir le afectan múltiples aspectos, y entre ellos están: los efectos de las nuevas edificaciones y urbanismos; las actividades de movimientos de tierra, tala y extracción de recursos; la contaminación generada por la mala gestión de los residuos; las emisiones generadas en el proceso constructivo; etc.

De acuerdo al medio natural donde se va a construir, existen particularidades que deben ser consideradas. De estas, las variables más importantes son: la pendiente del terreno; montañas o colinas aledañas que actúan como barrera a la radiación solar o modifican la dirección de los vientos; las masas de agua cercanas que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad del ambiente; las masas boscosas cercanas; el contexto urbano, representado por edificios cercanos, calles, aceras, parques, etc. (Sosa y Siem, 2004)

El acelerado crecimiento poblacional está generando el agotamiento de los recursos naturales del planeta y saturando la capacidad de infraestructura, además de contribuir con una constante contaminación generada por el crecimiento de la industria que busca satisfacer las necesidades de la población. El crecimiento

industrial trae consigo una contaminación en el proceso mismo de producción como en los desechos de los productos que produce incluyendo desechos tóxicos de tipo doméstico, como los aceites comestibles después de su uso, lo cual está generando el incremento del efecto invernadero, las lluvias ácidas, la contaminación de ríos y mares por el arrojado de aguas no tratadas previamente, derrames de petróleo, originando un daño irreparable a la flora y fauna silvestre.

Hasta hace poco se desconocía el efecto de la disminución de la capa de ozono, que actualmente es de una dimensión comparable con el doble de extensión de los Estados Unidos. Conocedores que esta capa de ozono protege contra los efectos radiactivos de los rayos ultravioleta. De acuerdo con la UNESCO, se menciona que:

“El calentamiento del planeta es un problema “de nuestro tiempo”, un problema complejo, que afecta al mundo entero y que está enmarañado con Problemáticas difíciles como la pobreza, el desarrollo económico y el crecimiento demográfico. El Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible aporta un marco de mejora y fomento del aprendizaje activo y de métodos innovadores con los que abordar las Cuestiones relativas al cambio climático para que las personas puedan asumirlas en sus vidas cotidianas y transformar la conciencia pasiva en preocupación activa y cambio de comportamientos. Podemos observar que la UNESCO hace mención a la educación como un factor estratégico, para superar la crisis mundial sobre medio ambiente, en el que la población debe ser un agente activo en la solución del problema. Así mismo enfoca la UNESCO sobre la diversidad biológica manifestando que “La Educación para el Desarrollo Sostenible aborda la cuestión de la diversidad biológica centrándose en las relaciones existentes entre ésta” (UNESCO, 2015).

Con lo antes mencionado se resume que la educación es un importante complemento para entender la formación de los recursos humanos, para prevenir la destrucción y degradación de hábitats, la destrucción de especies y la contaminación.

Adentrándose al tema del medio ambiente y la importancia que se le da en el país, de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, el factor ambiental dentro de la sustentabilidad se entiende como la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.

Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable. Desafortunadamente, los esfuerzos de conservación de los recursos naturales y ecosistemas suelen verse obstaculizados por un círculo vicioso que incluye pobreza, agotamiento de los recursos naturales, deterioro ambiental y más pobreza.

El cuidado del ambiente es un tema que preocupa y ocupa a todos los países. Las consecuencias de modelos de desarrollo, pasados y actuales, que no han tomado en cuenta al medio ambiente, se manifiestan en problemas de orden mundial como el cambio climático. La sustentabilidad ambiental es un aspecto importante en el fomento de las actividades productivas, por lo que, en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se incorporarán consideraciones de impacto y riesgo ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales.

En México, el consumo de combustibles fósiles es el factor que genera en mayor medida gases que provocan gran contaminación, las prácticas agrícolas y pecuarias

dañinas, así como el atraso tecnológico en gran parte de la industria, contribuyen también a la emisión de gases de efecto invernadero. La protección de los ecosistemas y su biodiversidad se ha convertido en un asunto de Estado. México es el cuarto país del mundo con mayor riqueza biológica. Sin embargo, es también uno de los países donde la biodiversidad se ve más amenazada por la destrucción de ecosistemas, lo que implica una responsabilidad a nivel internacional. Este proceso destructivo es, en buena medida resultado de la falta de recursos y actividades económicas alternativas de las comunidades que los explotan. En este sentido, la falta de oportunidades para el uso sustentable de la vida silvestre ha sido un factor muy importante.

Dentro de la conservación del medio ambiente, el manejo de residuos sólidos se ha caracterizado por la falta de planeación e infraestructura. Aunado a ello, la ausencia de espacios para su disposición ha generado conflictos entre municipios y entidades federativas. Los residuos peligrosos agregan un nivel de complejidad al problema, ya que no se han desarrollado suficientes espacios para su confinamiento. Los residuos depositados inadecuadamente tienden a contaminar los mantos freáticos y a degradar los suelos, haciéndolos inadecuados para cualquier uso (Plan Nacional de Desarrollo).

La ciudad de México ha sido, desde sus inicios, el centro político, económico, comercial y cultural más importante del país, y por ello, un polo de atracción humana. Sin embargo, el fenómeno de inmigración y concentración se ha intensificado en forma considerable en los últimos años, rebasando las capacidades estructurales y funcionales de la ciudad. Esta gran concentración ha modificado el medio ambiente natural, provocando alteraciones importantes a su eco sistema, que evidentemente han repercutido en el hombre mismo, en su salud, en su confort e incluso en su economía. Dentro de estas alteraciones los cambios climatológicos se hacen notar más claramente en la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad. Existen otros elementos que han sufrido modificaciones, sin embargo,

son más difíciles de identificar, calificar y cuantificar. Entre éstos se encuentra la insolación, los vientos generales, etcétera. Existen muchos factores que intervienen en la alteración del medio ambiente de una ciudad, los principales son:

- La transformación de grandes cantidades de energía en calor. Gran parte de la energía eléctrica, mecánica, química, bioquímica, etc., utilizada en los procesos de producción, transformación, combustión y casi todas las actividades humanas, se transforma en energía calorífica.
- La disminución de áreas verdes y el aumento de áreas pavimentadas y construidas. Los árboles y las plantas en general son excelentes elementos de control climático, tanto de temperatura, humedad y vientos; sin ellos la radiación solar incide directamente sobre las superficies expuestas e incrementa su temperatura.
- Las diferencias de absorción de los distintos materiales constructivos y urbanos en general. Algunos materiales absorben grandes cantidades de calor mientras que otros lo reflejan en mayor proporción; esto provoca diferentes comportamientos térmicos y de presión atmosférica a lo largo de la superficie urbana.
- Rápida eliminación de la precipitación pluvial a través de los sistemas de drenaje. El encausamiento de ríos y escurrimientos naturales, así como la rápida captación pluvial a través de los sistemas de drenaje alterando las condiciones higrótérmicas.
- La impermeabilidad de los pavimentos, la pérdida de la recarga freática, además de alterar las características mecánicas del terreno, afecta a los elementos vegetales y a la humedad superficial del suelo.
- La gran cantidad de partículas y gases contaminantes presentes en la atmósfera. Las partículas contaminantes en suspensión captan gran parte de la radiación solar, calentándose y calentando el aire circundante, lo cual da como resultado un

aumento en la temperatura. La insolación disminuye considerablemente ya que la radiación solar llega principalmente en forma difusa, y es difícil que la temperatura acumulada se disipe, ya que la capa de partículas y gases contaminantes producen el efecto invernadero. La precipitación pluvial aumenta en función de los índices de contaminación porque las partículas contaminantes constituyen núcleos alrededor de los cuales se condensa la humedad, con lo que alcanza un volumen suficiente para precipitarse. Además, los gases contaminantes al mezclarse con las partículas de agua contenidas en el aire producen lluvia ácida (A. García, 1975).

El clima en el país ha venido cambiando en los últimos años. Son varios los factores que se conjugan en este proceso de alteración, desde los globales, en todo el planeta, hasta los regionales y muy puntuales. Sin embargo la mayoría de ellos se resumen en lo que podría ser llamar un proceso de urbanización acelerado, junto con todos los problemas que esto conlleva. Estos cambios son evidentes para los habitantes, principalmente para aquellos de edad mayor que conocieron las condiciones climáticas muy diferentes a las que se viven hoy en día.

Se define como clima al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado, refiriéndose al clima en el país, aún se puede decir que es benigno desde el punto de vista climático no así desde el punto de vista de la calidad del aire. Adentrándose al tema del diseño y la arquitectura con respecto al medio ambiente mediante el uso de energías renovables, cualquier tipo de edificación puede ser climatizada de forma natural.

Los sistemas y equipos de aire acondicionado artificiales son prácticamente innecesarios, y su uso podría restringirse únicamente a espacios con requerimientos especiales, tales como edificios del sector Salud; inmuebles en donde se reúnan un gran número de personas, como teatros, auditorios, etc., o edificios que requieran controlar de manera estable la temperatura o la calidad del aire, como laboratorios o centros de cómputo (Oviedo, 2007).

Por otro lado, la mayoría de las edificaciones habitacionales y de oficinas pueden disfrutar de condiciones ambientales adecuadas mediante un correcto diseño arquitectónico. Sin embargo, no se debe perder de vista el daño que se está ocasionando al medio ambiente de la ciudad de México. Es necesario que en todos los ámbitos se tome conciencia de la problemática real y se lleven a cabo todas las acciones y medidas correctivas necesarias para tratar de revertir los daños, mitigar los efectos negativos y, en la medida de lo posible, restaurar el ambiente (Oviedo, 2007).

El contacto de los seres humanos con su medio. Ambiente ha conducido siempre a la búsqueda de medios para satisfacer diversos requerimientos. Desde las primeras manifestaciones del hombre, una de las principales necesidades ha sido contar con una vivienda adecuada y digna; desde entonces, las acciones para proporcionar un hábitat al hombre, en un proceso acelerado de transformación de pequeñas ciudades a centros urbanos densamente poblados, ha traído como consecuencia niveles de consumo de energía y recursos cada vez mayores, que han provocado un severo deterioro ambiental.

Ciertamente, estos patrones de uso energético y la emisión de gases de invernadero resultante, entre otros factores, han causado un efecto negativo en los diversos ecosistemas del planeta. En la actualidad, más de la mitad de la energía comercialmente disponible, sobre todo en la forma de combustibles fósiles, se consume en los diversos géneros de edificios en el mundo. Una alternativa promisoría para revertir esta situación, que se manifiesta principalmente en el medio ambiente construido de los grandes centros urbanos, es la aplicación de medidas de ahorro y uso eficiente de las fuentes convencionales de energía, combinados con la aplicación de las nuevas fuentes de energía naturales renovables, tales como la energía solar y la eólica, asociados con programas sociales y educativos que se integren armónicamente con el medio ambiente. Para esto, los recursos naturales se deben usar de tal manera que se lleguen a satisfacer

las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las generaciones venideras pudieran, a su vez, satisfacer las propias, tal y como lo ha establecido la Comisión Brundtland en su concepto de desarrollo sustentable (Oviedo, 2007).

Para lograr todos los beneficios en el medio ambiente en la construcción, es necesario la aplicación de la arquitectura bioclimática, es indispensable que se integre a ésta el concepto de desarrollo sustentable, con todas sus consideraciones. Con esta aplicación es posible reconciliar el crecimiento económico y la productividad con la protección del medio ambiente natural; un gran ejemplo son las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía, en donde representan un ahorro en diversos sectores de la economía y reducción de la emisión de contaminantes al entorno natural. Una de las condiciones principales en la aplicación del desarrollo sustentable es que en cualquier proceso de toma de decisiones, las actividades productivas, la economía y la protección del medio ambiente estén interrelacionadas, sin sacrificar el equilibrio natural por un mero desarrollo que se anteponga a los derechos humanos en el planeta, por razones económicas, políticas o de otra índole.

En la actualidad las tendencias de la arquitectura contemporánea en el medio ambiente construido y sus consecuencias, deben corregirse con base en la aplicación de acciones orientadas hacia un diseño y planificación de edificios y ciudades que proporcione una respuesta favorable a la tradición, cultura y clima de una comunidad en un lugar determinado. Estas acciones también deben aprovecharse, retomar las experiencias positivas del pasado y aplicar el estado del arte de las innovaciones científicas y tecnológicas disponibles, con una cultura ecológica tal que satisfaga las verdaderas necesidades de las personas con un enfoque de desarrollo sustentable en constante evolución.

La aplicación de las fuentes de energía naturales renovables, es un factor clave para promover los cambios necesarios en la situación actual al medio ambiente. Varios estudios confirman este objetivo. El reporte de la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNWCED), enfatiza las ventajas de usar la energía solar y otras alternativas y considera a estas fuentes renovables como la punta de lanza para alcanzar un desarrollo sustentable global (Rostvik, 1992).

Uno de los problemas que presenta particular importancia en México es precisamente la adecuación climático-ambiental de las edificaciones con su entorno natural. Lograr el bienestar humano en el interior de las viviendas, y en general las edificaciones, ha sido, desde las primeras manifestaciones del hombre, la premisa fundamental. El hombre siempre ha buscado protegerse de la acción de las condiciones adversas del entorno. Los constructores primitivos demostraron un profundo conocimiento de su entorno natural al relacionado con su hábitat, logrando así una respuesta armónica a las exigencias del medio ambiente.

Desafortunadamente, a partir de la Revolución Industrial los problemas ocasionados por el uso irracional de los energéticos y recursos naturales se han venido manifestando, lo cual se ha reflejado en el quehacer arquitectónico. Como consecuencia de todo esto podemos mencionar, entre otros problemas: la absurda dependencia de sofisticados sistemas de climatización artificial de las edificaciones; problemas de salud de los usuarios debido a la exposición a ambientes interiores nocivos; altos costos de operación, mantenimiento, y un daño severo al medio ambiente con la consecuente afectación de todos tipo de vida en la Tierra.

Más de 90% de nuestra existencia transcurre: dentro de los espacios, cualesquiera que sean. Por ello resulta de vital importancia para las personas contar con condiciones ambientales apropiadas que les permitan desarrollar sus actividades saludables y confortables. Calor extremoso insoportable, humedad con sequedad

excesivos, frío intenso, carencia veles adecuados de iluminación, des1ucimientos nocivos, ventilación insuficiente, niveles de ruido intolerables, mala calidad del aire debido a la excesiva y peligrosa contaminación proveniente del exterior y de las fuentes internas de las edificaciones, son algunos de los principales problemas ambientales que perjudican la y el bienestar de los habitantes de la ciudad de México (Oviedo, 2007).

Ya no se puede seguir ignorando la estrecha vinculación del hombre con la naturaleza a través de la arquitectura. Es muy importante que el hábitat sea diseñado en función de su continuo intercambio energético, para que pueda brindar a los ocupantes las condiciones de como que permitan satisfacer sus necesidades psicológicas. Lograr condiciones y niveles óptimos de bienestar es una necesidad de siempre; no es una moda ni un lujo. El arquitecto tiene la responsabilidad de proporcionar mediante su trabajo edificaciones que más de hacer un uso eficiente de la energía, se integren armónicamente al entorno natural y propiciar espacios dignos, confortables y saludables para el cuerpo y la mente de los usuarios.

4.2. Factor económico en la sustentabilidad

En la actualidad millones de personas habitan el planeta, pero el impacto que se produce sobre el medio ambiente no es se maneja de igual manera en cada región, varía de país a país, dado el nivel de desarrollo, y también varía en cada grupo social dentro de una misma comunidad o nación. Por lo cual si bien es cierto que las políticas mundiales sobre desarrollo sustentable deben tener como uno de sus ejes principales el control de la población mundial y el control de la pobreza en el planeta. En México como en casi la totalidad de países del mundo se comienza a reconocer que existen interrelaciones entre el crecimiento económico y la desigualdad, o entre la pobreza y los problemas ecológicos, o entre estos últimos y el desarrollo industrial. El ideal de un desarrollo con equidad que al propio tiempo

sea ecológicamente sano (desarrollo sustentable) es indiscutiblemente necesario y deseable; pero en los hechos parece haber tensiones y contradicciones entre las necesidades ecológicas, entre las exigencias de la lucha contra la pobreza y la conservación deseable de la biodiversidad (Vargas, 2006).

La Sustentabilidad como ya se señaló, hace referencia a la preocupación por satisfacer las necesidades humanas para mejorar el bienestar, considerando una equidad intergeneracional en función de la magnitud y composición de recursos que deja una generación a la que le sucederá.

Al crecer la economía, el impacto sobre el medio ambiente crece y este impacto se hace sentir lo mismo en forma positiva que en forma negativa. A primera vista varios indicadores mejoran casi automáticamente por el incremento en el ingreso que el crecimiento económico trae; así, el bienestar de la población en general aumenta, existe una mayor población con sistemas de agua potable, sistemas higiénicos de evacuación, etc., otros indicadores empeoran, como por ejemplo, aumenta la emisión de bióxido de carbono, se incrementa la emisión de residuos radioactivos, aumenta la cantidad de fosfatos en el agua, aumentan las enfermedades producidas por la contaminación, entre otros (Vargas, 2006).

La economía debe ir de la mano con la sustentabilidad, esto, para mitigar las consecuencias sociales y ecológicas de las actividades económicas. En términos simples este factor debe visualizarse como un modelo en donde se logre un desarrollo que integre los objetivos económicos, sociales y medioambientales de la población.

La sustentabilidad y la económica deben relacionarse para llevar a cabo prácticas que sean económicamente rentables, pero también social y

ambientalmente responsables. Es decir, promover al crecimiento económico de cierta región, esto, sin dejar de lado la equidad social y el cuidado ambiental.

También en cuanto a lo económico, la sociedad a lo largo de la historia ha dependido de la producción económica a través del trabajo social. Este trabajo social, no se limita a las relaciones hombre-naturaleza, sino que también se da entre individuos y entre grupo de individuos. Al mismo tiempo, este trabajo se va desarrollando en el ámbito individual como lo colectivo. Encuentra su expresión en las llamadas fuerzas productivas y en la intensidad de la firmeza humana sobre la naturaleza. En cuestiones de la producción económica y el desarrollo, el individuo transforma la naturaleza de acuerdo con sus necesidades y posibilidades, donde una parte esencial de las fuerzas productivas es el ecosistema (PEMEX, 2016).

El factor de la economía en la sustentabilidad juega un gran papel en materia de la construcción, ya que al utilizar elementos de ahorro de energía, esto logra reflejarse en el ahorro económico de la población que los utiliza. Efectuar actividades ecológicas simples y poco onerosas puede significar ahorros importantes en las finanzas familiares y además, pueden sumar ingresos extras gracias al reciclaje. A la larga, la suma de estas pequeñas acciones personales pueden ser significativas para apoyar a nuestro medio ambiente.

Las tecnologías verdes disponibles para el hogar reditúan en el ahorro de recursos en el hogar, a pesar de que se tratan de una inversión existen varios esfuerzos para optimizar el uso de la energía eléctrica, el agua y el gas. Entender los aspectos económicos involucrados en un proyecto arquitectónico es muy importante, y más aún cuando se trata de un edificio sustentable debido a que la justificación de este enfoque puede involucrar un análisis, de alguna manera, más complejo comparado con el de un edificio tradicional. Los edificios sustentables de alto rendimiento tienen

un enorme potencial en cuanto a beneficios para sus propietarios, al ambiente y a la sociedad en general se refiere. Algunas de las áreas en las que se presentan estos beneficios son: energía, agua potable y residual, salud y productividad, operación y mantenimiento, emisiones tóxicas, etc. Según el Consejo Mundial de Construcción Sustentable los edificios certificados ahorran, en promedio, 40% en consumo de agua, 30% en energía, y de 50 a 75% en residuos de construcción. La habilidad para cuantificar, expresar y sustentar estos beneficios en un análisis económico es un factor vital para la determinación de la sustentabilidad del proyecto a lo largo de sus etapas, así como para su aprobación por parte del propietario y demás agentes financieros. Para esto, el equipo de proyecto se ayudará de herramientas de simulación, metodologías, investigaciones y datos de otros proyectos, entre otros (UNAM, 2016).

El diseño de un edificio sustentable de alto desempeño deberá ponderar cuestiones de ahorro de energía y agua, reducción de emisiones y calidad interior del aire, con aspectos como la factibilidad de la implantación de las estrategias, competitividad en el mercado, diseño flexible, calidad, durabilidad y mantenimiento. Estos aspectos son de gran importancia, dado que aseguran la sustentabilidad del proyecto en sus tres sentidos, ambiental, social y económico.

El hecho de que un material o producto amigable con el ambiente tenga una vida útil de la mitad o una tercera parte, o menor calidad, con respecto a otro material análogo, hará que se prefiera ésta última alternativa, a pesar de que la primera tiene menor impacto ambiental. Esto es porque un periodo de vida útil corto y menor calidad implicarán un remplazo periódico del elemento y por lo tanto una inversión respectiva la cual aumentará los costos operativos del edificio, resultado totalmente opuesto a las metas de un edificio sustentable.

El valor del edificio en el mercado con su diseño flexible (capacidad de adaptación). Esto es, un edificio sustentable que está diseñado para facilitar el desmontaje de sus elementos tiene la ventaja de que en un futuro, cuando el cliente o el propietario así lo deseen, el costo de la remodelación (cambio en la distribución del espacio, posibles expansiones, etc.) será mucho menor comparado con un edificio tradicional, lo cual representa un valor agregado al inmueble que atraerá la atención del cliente dado que se puede adaptar a sus necesidades. Y si a esto le agregamos, una de las características fundamentales de los edificios sustentables como lo es, la reducción de los costos operativos a lo largo de la vida útil del edificio, su plusvalía aumentará considerablemente. De ahí que, aunque en ocasiones, los costos iniciales de este tipo de edificios sean mayores a los de un edificio tradicional, el propietario o futuros clientes estarán dispuestos a asumir dicha inversión extra sabiendo que los gastos durante el ciclo de vida del edificio se reducirán lo que resultará en un aumento de sus utilidades.

Con información de la revista Real State Market, en México, la mayoría de los ejecutivos involucrados en proyectos de edificación sustentable coinciden que “a la larga, los costos inherentes a la construcción de un edificio de oficinas bajo el concepto “verde” son retribuidos ampliamente por los beneficios económicos directos e indirectos” (UNAM, 2016).

De acuerdo con José Picciotto, Director de Planeación y Diseño de Proyectos de Picciotto Arquitectos: “ en México, un edificio verde es más caro, se estima que se requiere una inversión adicional de entre 5 y 15%, pero el beneficio se ve a la larga porque se logran ahorros de hasta 30% de operación anual respecto a un edificio convencional. Asimismo, se debe comprender que cuanto más se invierta va a ser más eficiente, siempre y cuando se haga con inteligencia y bajo los principios de búsqueda de la sustentabilidad. El monto de la inversión adicional generalmente

asociada a los edificios sustentables está en función de diversos factores. El primero es que este tipo de edificios incorporan sistemas y tecnologías que no están presentes, típicamente, en los edificios tradicionales, tales como sistemas de control de agua pluvial, control integrado de la iluminación natural y artificial, sistemas de recuperación de energía, entre otros. El segundo se refiere al proceso de certificación (costos, recopilación de la información, preparación de documentos, costos de consultores) que puede aumentar el costo inicial del proyecto. Y finalmente, muchos de los productos/materiales amigables con el ambiente tienen un precio mayor a los de sus análogos, generalmente debido a que son nuevos en el mercado y su demanda está en proceso de desarrollo.

Al igual que con cualquier proyecto, el entender e incluir los aspectos económicos en el proceso de toma de decisiones es de vital importancia. Como se describió anteriormente, el enfoque que se utiliza en la evaluación económica de un edificio sustentable de alto rendimiento es el del costo del ciclo de vida (LCC o Life Cycle Costing), el cual considera tanto los costos iniciales como los operativos que se producen a lo largo de la vida útil del edificio. Ambos tipos de costos son combinados en un modelo de costos que toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, el costo del capital prestado, la inflación y otros factores financieros. Estos son posteriormente combinados en un solo valor, el valor total presente neto de los costos anuales, y por lo tanto, la selección de las alternativas se basará en la evaluación de esta cantidad.

La propuesta de proyecto para un edificio sustentable de alto rendimiento en el sector privado debe de incluir la justificación del porqué la inversión representa un buen negocio. En el intento de abordar esta cuestión, el Consejo de Construcción Sustentable de Estados Unidos editó un documento que aborda 10 elementos que hacen de los edificios sustentables, proyectos muy factibles económicamente.

Algunos elementos que a continuación se mencionaron pueden servir como punto de referencia para también ser aplicados en nuestro país, los aspectos más importantes son:

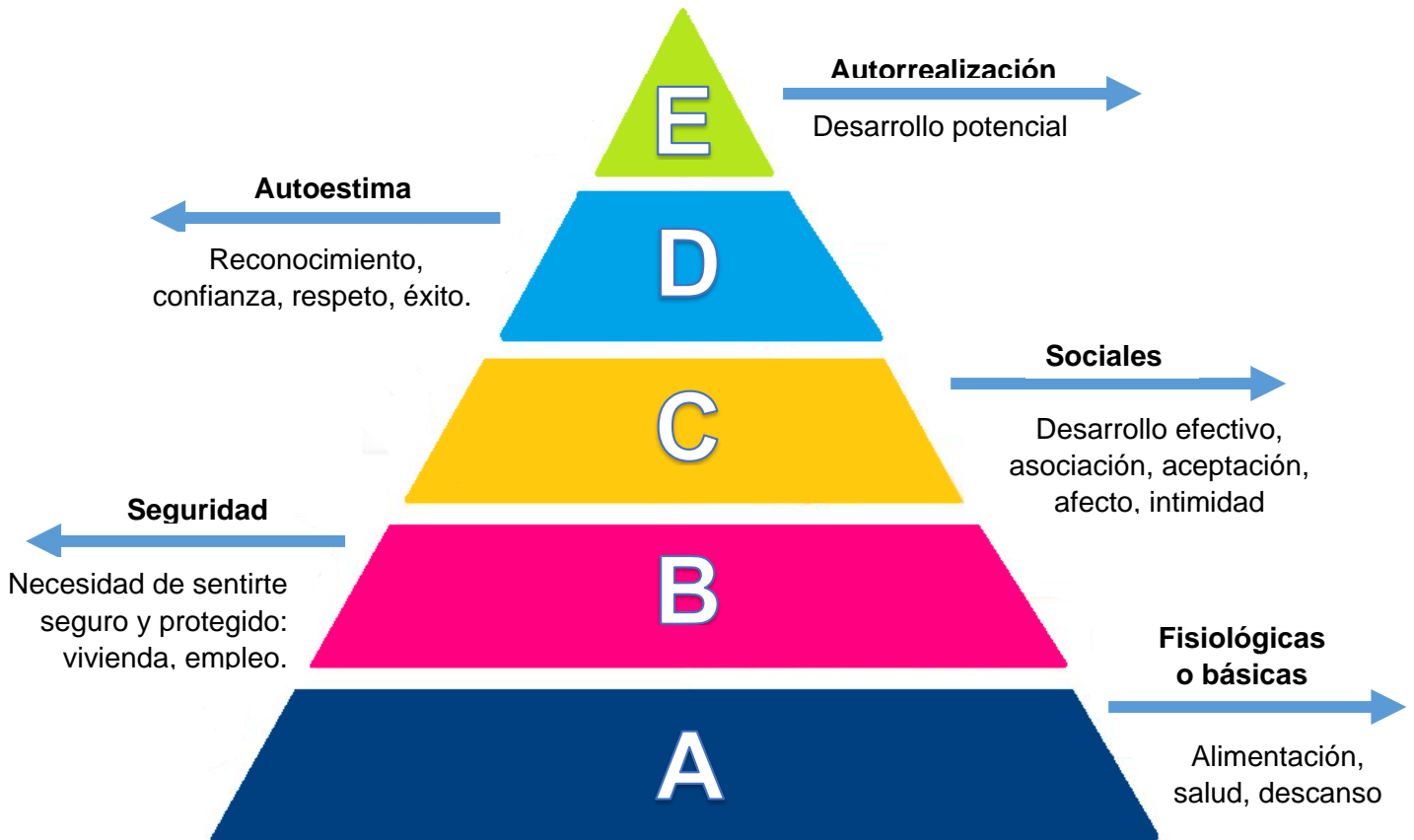
- 1.- En el caso de que los costos iniciales de los edificios sustentables sean mayores a los de un edificio tradicional, se pueden recuperar gracias a los beneficios económicos que generan.
- 2.- El diseño integral disminuirá los costos operativos.
- 3.- Mejores edificios resultan en mejor productividad laboral.
- 4.- Nuevas tecnologías mejoran la salud y el bienestar.
- 5.- Edificios más sanos pueden reducir descontentos por parte del propietario y ocupantes.
- 6.- Las características sustentables del edificio resultan en un valor agregado que beneficia a los inquilinos.
- 7.- El valor de la propiedad aumentará.
- 8.- Un edificio con menores costos operativos es fácil de vender.
- 9.- La comunidad notará los esfuerzos de éste tipo de edificios, con lo que aumentará su prestigio y reconocimiento social.
- 10.- La aplicación de mejores prácticas conduce a resultados más predecibles, reduciendo el riesgo y la incertidumbre de la inversión (Urban Land Institute).

En cuanto a la economía de los proyectos sustentables, existen dos corrientes. La primera dice que los costos de un proyecto de edificación sustentable deberían de ser iguales o menores que los de un edificio tradicional. Este argumento se basa en que mediante el diseño integral, se logra reducir las dimensiones de los sistemas mecánicos de calefacción, los eléctricos de iluminación, entre otros. Lo cual se traduciría en una disminución de los costos iniciales del proyecto. En contraste, el pensamiento que sigue la segunda corriente, es que los edificios sustentables de alto desempeño tendrán inevitablemente mayores costos iniciales, los cuales al incluirlos en una evaluación basada en el ciclo de vida, se alcanzarán grandes ventajas a lo largo de dicho periodo. La inversión adicional en este tipo de proyectos se debe a los nuevos sistemas que integran al edificio, más eficientes que los tradicionales, aunque a veces más complejos y costosos (UNAM, 2016).

4.3. Factor social en la sustentabilidad

El éxito de las ciudades depende en parte de sus ciudadanos, así como en una organización de sus integrantes. Para que las personas podamos sentirnos productivos primero debemos satisfacer ciertas motivaciones personales y profesionales a modo individual, para lograr encontrar lugar en la sociedad. Esta teoría fue ampliamente estudiada por el psicólogo estadounidense Abraham Maslow, quién la representó a través de una pirámide que ascendente, denominada “Jerarquía de necesidades”, en la siguiente imagen se muestran escalones que van de las necesidades de supervivencia hacia las de crecimiento personal.

Imagen 4: Pirámide de jerarquía de necesidades.



Fuente: Elaboración propia en base al autor Abraham Maslow

En los cuatro primeros escalones se encuentran el conjunto de necesidades que el individuo posee (fisiológicas, Seguridad, Sociales y Estima) y en el último se encuentra aquello que realmente identifica al individuo y lo satisface plenamente (la Autorrealización). Así, cada nivel de necesidad sólo se cubre cuando el anterior ha sido satisfecho, dando como resultado una escala de prioridades que el ciudadano atiende en orden a fin de encontrarse realmente a gusto en la sociedad.

Por consiguiente, el ser humano necesita satisfacer sus necesidades en este orden:

- A) Fisiológicas: primeras necesidades que cualquier individuo desea colmar con el fin de garantizar su supervivencia: respirar, alimentarse, hidratación, descansar, calentarse.

- B) Seguridad: obtener abrigo (vivienda), seguridad (protección), seguridad moral, salud, estabilidad.
- C) Sociales: Toda persona desea la aceptación del grupo al que pertenece: Trabajo, familia, amigos, vecinos, asociaciones, relaciones, respeto y comunicación.
- D) Estima: valoración de las personas que le rodean, desarrollo pleno, habilidades y aptitudes.
- E) Autorrealización: Una vez superados los niveles anteriores, se puede acceder a la autorrealización. La persona ha satisfecho la parte puramente material y ahora puede sentirse creativo, bienestar moralmente, resolver problemas, lograr la felicidad e incluso contribuir a la mejora del mundo.

Existe una interrelación entre el factor económico y el factor social, si bien es cierto que la sobreexplotación de los recursos naturales genera una problemática ambiental, por otro lado genera recursos para el país, los mismos que al no ser administrados adecuadamente hace permanecer la pobreza de manera indefinida en una nación. Como refiere el informe de la conferencia de Estocolmo capítulo I, parte 4 dice:

“En los países en desarrollo, la mayoría de los problemas ambientales están motivados por el subdesarrollo. Millones de personas siguen viviendo muy por debajo de los niveles mínimos necesarios para una existencia humana decorosa, privadas de alimentación y vestido, de vivienda y educación, de sanidad e higiene adecuadas. Por ello, los países en desarrollo deben dirigir sus esfuerzos hacia el desarrollo, teniendo presente sus prioridades y la necesidad de salvaguardar y mejorar el medio ambiente. Con el mismo fin, los países industrializados deben Esforzarse por reducir la distancia que los separa de los países en desarrollo. En los países industrializados, los problemas ambientales están generalmente relacionados con la industrialización y el desarrollo tecnológico.”

De allí que el problema de la pobreza no solo es un factor social, sino que incluye lo cultural, lo educativo que lo acondiciona a seguir un estilo de vida sin tomar conciencia de los efectos de sus decisiones. Con los estilos de vida que se propagan en una era de globalización por todo el planeta, se están unificando criterios mediante estándares en el uso de bienes que son el producto de tecnologías emergentes, siendo necesario la utilización de sistemas limpios de producción, con una mínima contaminación mantenida bajo control, incorporándose los costos junto con estas normativas, para que sirva de ejemplo ante los países que se muestran indiferentes ante el problema mundial, como lo es Estados Unidos, China, Brasil, México entre otros cuyos niveles de contaminación superan el 30% del total mundial (Seminario, 2012).

De acuerdo con el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en su capítulo IV, menciona que “los niveles y pautas de consumo de actualidad imponen una tensión enorme al ecosistema de tres maneras: el deterioro de los recursos renovables, el daño provocado por la contaminación y el problema de la eliminación de desechos, los tres afectan gravemente a la salud, los medios de vida y la seguridad humana.”

Así mismo, también el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, hace recalcar, que son los pobres los que reciben el mayor impacto del daño a la ecología, diciendo en el mismo capítulo IV, que: “La carga de esos efectos se comparte de manera desigual entre pobres y ricos. El daño ambiental casi afecta en mayor medida a los que viven en la pobreza. La mayoría abrumadora de los que mueren todos los años como consecuencia de la contaminación del aire y del agua son los pobres de los países en desarrollo. Así ocurre también con los más afectados por la desertificación, y así ocurrirá con los más afectados por las inundaciones, las tormentas y el fracaso de las cosechas provocadas por el calentamiento mundial en la atmósfera. En todo el mundo los pobres viven por lo general más cerca de fábricas contaminadas, carreteras sobrecargadas y basurales.”

El factor Social es una parte muy importante dentro del desarrollo sustentable, dicho factor está centrado en crear y mantener la calidad de vida de las personas, en donde la calidad de vida se entiende como el estado de completo bienestar: mental, físico, social y ambiental (Organización Mundial de la Salud). Tanto el factor económico como el ambiental resultan como importantes componentes para el factor social, ya que todo apunta a los seres humanos. El desarrollo sustentable tiene que contemplar que el medio donde se habita pueda proveer al ser humano los servicios vitales para poder satisfacer las necesidades de cierta población. El procurar el medio ambiente es de gran importancia para la supervivencia de la sociedad, por lo mismo la economía debe considerarse con junto con estos otros dos factores, todo esto para poder tomar medidas en la disminución de las consecuencias ambientales y sociales de las diferentes actividades económicas de los sectores privados.

De acuerdo con la UNESCO (2015), existen cuatro ejes que se contemplan en la sustentabilidad, uno de ellos es lo social, el cual lo describe como aquel en donde la sociedad procura los recursos naturales, el alimento y la vivienda, promueve también el buen estado de salud mediante el cuidado de la calidad del medio ambiente y su biodiversidad, la utilización de energías naturales de manera eficiente y cuidadosa, por otra parte destaca el fomento del reciclaje, minimizando así los residuos contaminantes para recuperarlos y reutilizarlos de forma segura.

Analizando el factor social dentro de la arquitectura este se puede definir como aquel que pretende calificar el nivel de aceptabilidad por parte de los ocupantes de la vivienda valorando su criterio respecto a la aceptación social del proyecto, la contribución del proyecto al fortalecimiento de la cultura y tradiciones históricas y la contribución del proyecto al rescate y bienestar de la cultura bioclimática. Para cada proyecto se determina el nivel general de sustentabilidad del mismo, lo cual también puede realizarse para un indicador general seleccionado, independiente de los demás (UNESCO, 2015).

4.4. El desarrollo de la sustentabilidad en la zona de estudio, Acapulco, Gro.

La ciudad de Acapulco no se ha quedado atrás en implementar la sustentabilidad para el bien del municipio, pero la implementación de los factores que se incluyen dentro de este término han fracasado. Se trata de una de las bahías más atractivas del mundo, en la década de los setentas fue uno de los destinos más exitosos a nivel mundial. Eso es historia, el día de hoy ha perdido su atractivo; esto se comprueba con la disminución en la llegada de vuelos comerciales internacionales y de los cruceros. Hoy se limita a tener éxito inmobiliario y de fin de semana, es lo que ha funcionado.

Lo cierto es que Acapulco se considera un desastre en el sentido de que sólo hay trabajo en dos o tres días a la semana y en los periodos vacacionales. Esta situación es consecuencia de una serie de errores que se cometieron: se dejó que se sobre construyera sin planeación alguna, que las playas se contaminaran y se deterioraran en todos los aspectos, que la ciudad se saturara de tráfico, acumulación de grandes cantidades de basura en lugares por donde transita tanto la población como turistas.

La ciudad de Acapulco basa su economía principalmente en el turismo y para que este pueda asegurar un lugar permanente de esta actividad para continuar beneficiando dicha economía, el municipio debe transitar en la sustentabilidad y en este caso por la actividad primaria se debe de contemplar principalmente en el desarrollo sustentable turístico. El autor Jiménez señala que, el desarrollo turístico sustentable formula la aspiración de hacer compatible el desarrollo turístico con la naturaleza, teniendo como eje su preocupación por el futuro del ser humano entendido el género, tanto los turistas como la comunidad receptora. En el turismo este esquema es relevante, se conceptualiza tanto la naturaleza y el aprovechamiento de los recursos turísticos, al igual que el papel que juega la población local, no únicamente como instrumento operativo de los servicios turísticos, sino como el fin último de desarrollo.

El Desarrollo sustentable puede definirse como aquel en donde los destinos tengan un crecimiento ordenado con base en la planeación para que las inversiones se canalicen de tal manera que se vayan sumando y que, en el largo plazo, la ciudad, en este caso, ciudad turística siga siendo exitosa y sus habitantes gocen de una calidad de vida elevada.

Las emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad que demandan las pequeñas y medianas empresas (hoteles, restaurantes, transporte, entre otros), asociadas a las actividades turísticas y por otros servicios, como el abasto de agua o drenaje que requieren de electricidad para bombeo y tratamiento; impactarían y acelerarían el cambio climático en la actividad turística con la presencia de temperaturas más cálidas, lo que provocaría la alteración de la estacionalidad, la presencia de estrés térmico e hídrico para los turistas, pueden esperarse grandes impactos en los aumentos de consumo de energía y agua para mantener los niveles de confort, se presentaría la sucesión ecológica, cambios en la vida silvestre, en las poblaciones de insectos y su distribución.

Por su ubicación geográfica, Acapulco tiene una irradiación solar promedio anual de 5.3 kWh/m², cantidad suficiente para aprovechar la energía solar y generar electricidad amigable con el medio ambiente. Existen dos tecnologías para la generación de electricidad a partir de la radiación solar: la fotovoltaica (PV) y la de concentración solar (CSP).

Las celdas fotovoltaicas transforman directamente la radiación solar en electricidad por medio de un fenómeno denominado efecto fotovoltaico. Las celdas fotovoltaicas se pueden utilizar en conexión con la red eléctrica o bien en sitios aislados, por medio de un sistema de baterías. De los servicios que ya utilizan energía solar en

Acapulco y que para muchos ha pasado desapercibido es la telefonía pública y el bombeo de agua que realiza el organismo operador de agua potable (CAPAMA) en algunas comunidades.

Beneficios ambientales

- La generación de energía eléctrica a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO₂.
- Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y no se requieren grandes cantidades.
- No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales, ni por consumo, ni por contaminación.
- La repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.
- Los paneles solares son fáciles de armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.
- El sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.
- Un sistema de energía solar para generación eléctrica en el hogar puede eliminar hasta 18 toneladas

Beneficios económicos

- Los calentadores solares de agua o los sistemas de electrificación rural para comunidades aisladas, son las opciones más económicas para sus usuarios.
- Las energías renovables permiten conservar los recursos no renovables y contribuyen a una mayor soberanía energética, ante cualquier escenario sobre el abasto de combustibles fósiles a nivel mundial.
- El único costo asociado al uso de la energía solar es el de fabricación de los componentes e instalación, después de la inversión inicial no hay costos adicionales.

- Es la mejor forma de proveer electricidad a lugares aislados en todo el mundo, donde el costo de instalar líneas de distribución de electricidad es demasiado alto.

Beneficios sociales

- La energía solar representa la mejor solución para las comunidades que se encuentran fuera del área de distribución de energía eléctrica.
- La energía solar fotovoltaica es idónea para los lugares que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno, como es el caso de los espacios naturales protegidos.
- Los sistemas de energía solar pueden ser diseñados para ser flexibles y expandibles. Esto significa que el primer proyecto solar puede ser pequeño y, en un futuro, se puede aumentar la capacidad del sistema para adaptarlo a las necesidades.
- La energía solar es un bien público.
- Existe un suministro ilimitado de energía solar que podemos usar y es una energía renovable. Esto significa que nuestra dependencia de combustibles fósiles se puede reducir en proporción directa a la cantidad de energía solar que producimos.

La ciudad de Acapulco tiene un potencial enorme para el aprovechamiento de la energía solar. Su irradiación solar promedio anual es de 5.3 medido en kWh/m² – Día. Pero no solo Acapulco tiene potencial, nuestro país se encuentra en la misma circunstancia debido a que se encuentra en el Cinturón Solar, el cual está entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio. México está en tercer lugar entre los países con mayor atracción de inversión en energía solar en el mundo después de China y Singapur, y por encima de Brasil, Chile y la India. No sólo por su situación geográfica con gran recurso solar, sino porque además cuenta con una buena infraestructura y condiciones políticas/financieras.

En México cada vez están surgiendo mayores oportunidades de financiamientos para la implementación de tecnología solar fotovoltaica. Son muchas las empresas, tanto mexicanas como extranjeras, que se interesan por esta tecnología por varias razones. Puede ser por imagen, por conciencia ecológica o por alguna otra razón, pero en la mayoría de los casos son los costos.

Mapa 1: Programa piloto de vivienda sustentable en México.



Fuente: CONAVI

En esta ciudad costera en el año 2008 se llevó a cabo la construcción de un programa piloto de vivienda sustentable. Las casas son de interés medio y cuentan con una superficie de 73.6 metros cuadrados. Las características de las viviendas incluyen ventilación natural, control solar, adecuación de volúmenes, vegetación local, lámparas fluorescentes, aislamiento térmico, aire acondicionado eficiente y sistema fotovoltaico.

De acuerdo con los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS) los beneficios estimados que se obtienen al incorporar elementos de sustentabilidad en las viviendas de interés social son:

Tabla 1: Beneficios con la aplicación de los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables.

Constructora/ Ciudad	Número de viviendas	Ahorro de Energía (kWh)	Reducción de emisiones de CO2 (Ton)
BRACSA, Acapulco	62	151, 900.00	104.78
URBI: Mexicali, Hermosillo, Cd. Juárez	4476	3, 811,761.60	2, 685.60
PULTE, Querétaro	45	82, 708.20	58.05
Estado de Nuevo León	56	102, 925.76	72.24
Estado de Tamaulipas	358	657, 989.68	461.82

Fuente: Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables

Sin embargo, aún con los datos que se obtuvieron de dicho programa piloto, muchos de estos proyectos no llegaron a concretarse debido a otras demandas en cuanto a problemáticas a resolver en cada ciudad contemplada, en la ciudad de Acapulco durante esa época no llegaron a construirse viviendas de interés social de tipo sustentable, solo se promovió el uso de celdas solares para el ahorro de energía en la vivienda.



CAPITULO V

CAPÍTULO V

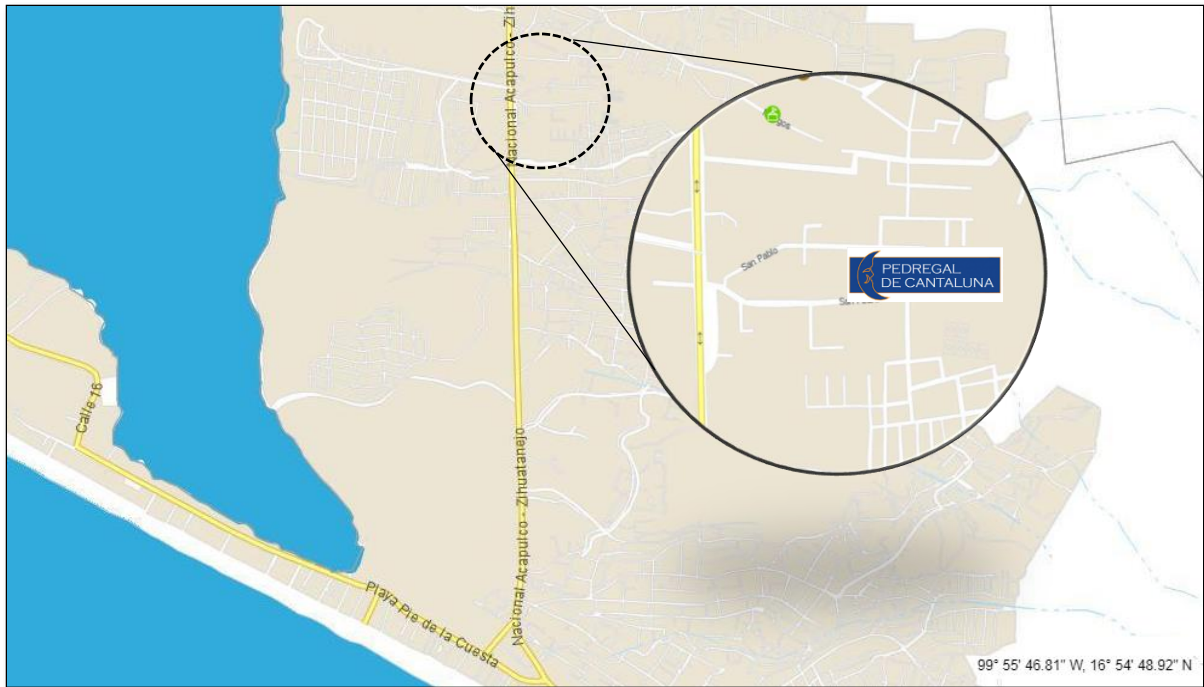
El grado de sustentabilidad en la vivienda de interés social sustentable en Acapulco, Gro.

En este último capítulo se presenta el objeto de estudio a evaluar, el conjunto habitacional Pedregal de Cantaluna, ya que debido a su naturaleza y características particulares, se decidió que era la opción adecuada para realizar este trabajo de investigación; por otra parte se detallan los elementos sustentables con los que cuentan las viviendas de interés social que se ofertan en dicho conjunto. Dentro de este capítulo, también se describe la metodología empleada en la realización de la evaluación de estos espacios, los diferentes medios para evaluar denominados indicadores, los cuales dentro de una escala numérica reciben una calificación para así al término de analizar cada uno de estos, se obtenga una calificación final. Concluyendo con la descripción de la metodología empleada se procede a emplear esta misma al objeto de estudio, para determinar el grado de sustentabilidad que alcanza este tipo de vivienda propuesta en Acapulco, Gro.; para así por medio del resultado final que se obtuvo, se concluya con las fortalezas y debilidades que presentan estos modelos de vivienda.

5.1. Caso de estudio, Vivienda Sustentable: Conjunto habitacional Pedregal de Cantaluna

El conjunto habitacional Pedregal de Cantaluna, se encuentra ubicado en el puerto de Acapulco, Guerrero, en Pie de la Cuesta, el desarrollo es un espacio que cuenta con viviendas de interés medio e interés social, las viviendas de este conjunto habitacional han recibido el certificado de “Vivienda Sustentable” por parte de la Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), esto, en base a una evaluación realizada por estas instituciones, dicha evaluación se deriva de una serie de requisitos que se han establecido por las mismas para otorgar este certificado y así, poder ofertar este tipo de vivienda dentro de los créditos ofrecidos a la población.

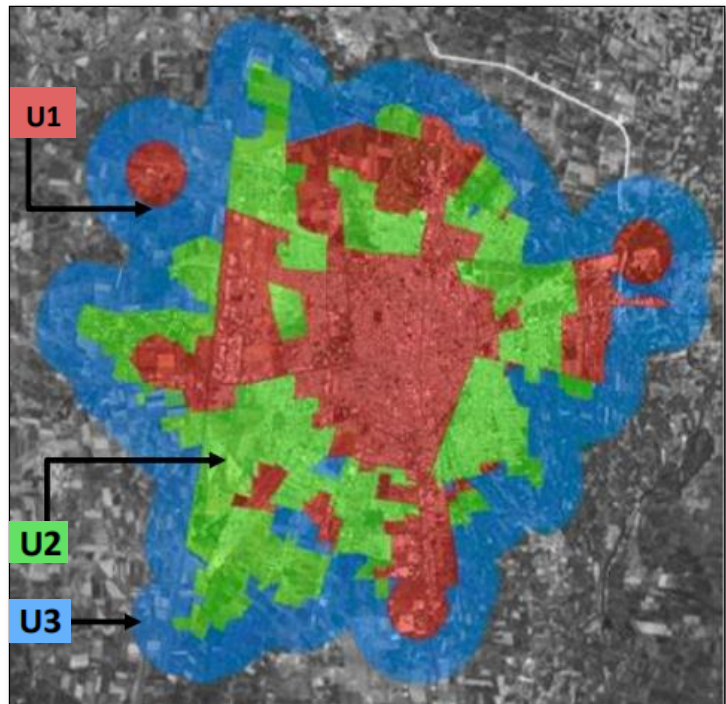
Mapa 2: Ubicación Conjunto Habitacional Pedregal de Cantaluna.



Fuente: INEGI

Mapa 3: Perímetros de Contención Urbana (PCU)

Dentro de los requisitos que deben de cumplir este tipo de viviendas, es que se deben de ubicar dentro alguno de los perímetros urbanos establecidos por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), la cual determina que son una herramienta por parte del Gobierno Federal para el otorgamiento de subsidios a las viviendas mejor ubicadas, es decir, que estén próximas al empleo y los servicios urbanos.



Fuente: CONAVI

Los Perímetros de Contención Urbana se clasifican en 3 tipos de contornos, los cuales son:

U1: Esta ubicación contiene las fuentes de empleo como elemento básico para consolidar las ciudades.

U2: Se basa en la existencia de servicios de agua y drenaje en la vivienda, que coadyuvan a la proliferación de vivienda cercana al primer perímetro.

U3: Áreas de crecimiento contiguas al área urbana consolidada. Quedan conformadas por un buffer o envolvente que cubre los contornos U1 y U2.

El método de evaluación establecido por SEDATU Y CONAVI en el año 2013, se basa en la comparación de la vivienda sustentable con respecto a una vivienda diseñada y equipada de manera convencional a la cual se denomina línea base. La calificación final se calcula en función del diseño arquitectónico, sistemas constructivos, materiales y tecnologías incorporados a la vivienda a construir, los elementos que se toman en cuenta a evaluar por estas instituciones son los siguientes:

Imagen 5: Criterios de evaluación establecidos por SEDATU y CONAVI



Fuente: SEDATU, CONAVI

Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda (DEEVI), que considera lo siguiente:

- Conductividad térmica de los materiales que componen a la vivienda: como lo son muros, losas, puertas, ventanas.
- Ubicación, zona bioclimática donde se ubica la vivienda.

- Orientación, para determinar ganancias o aislamiento solar.
- Elementos de protección contra el asoleamiento.
- Tipos de ventilación, renovación y climatización del aire.

Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda (SAAVI), que considera lo siguiente:

- Empleo de la normativa mexicana para el consumo de agua en la vivienda.
- Los elementos de ahorro que se contemplan son: Inodoros, llaves de lavabo, regadera, lavadora, lavadero, llaves de fregadero.
- El valor de consumo en litros por persona día (L/p/día) dentro de la vivienda sustentable.
- Uso y captación de aguas pluviales dentro de los desarrollos habitacionales de este tipo de vivienda.

Aun cuando son dos criterios a los que se les destinan valores (DEEVI y SAAVI) para generar una evaluación, se deben tomar en cuenta también las siguientes herramientas:

Imagen 6: Criterios de evaluación establecidos por SEDATU y CONAVI



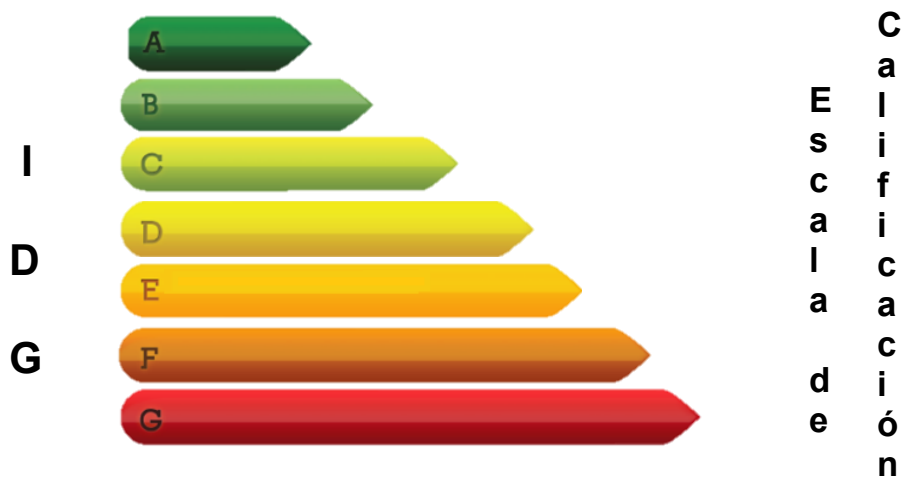
Fuente: SEDATU, CONAVI

Herramienta de Evaluación del Entorno de la Vivienda (HEEVI): evalúa el entorno en donde se establece la vivienda.

CO₂e: evalúa la huella de carbono que produce la vivienda.

La huella de carbono es un indicador de sustentabilidad, el cual se mide en base a todas las emisiones GEI (Gases de Efecto Invernadero) liberadas directa o indirectamente a la atmosfera a lo largo del ciclo de vida de la vivienda que se está evaluando.

Se utilizan dos herramientas de cálculo: DEEVi y SAAVi, las cuales en conjunto dan como resultado el impacto energético y medioambiental de la vivienda. En la evaluación de este espacio se consideran criterios de sustentabilidad que permiten evaluar el desempeño total de la misma, La escala de evaluación va de la A a la G, siendo A, el nivel más eficiente, determinando así por medio del puntaje entre los 80 y 100 puntos, si la vivienda se considera sustentable o no por parte de SEDATU y CONAVI, la escala de medición que se toma que se plantea es la siguiente:



	Calificación G	Calificación F	Calificación E	Calificación D	Calificación C	Calificación B	Calificación A
Valor Max.	< 0	20	40	55	70	85	100
Valor Min.		0	20	40	55	70	85

La grafica anterior es la escala que se implementa para determinar el Índice de Desempeño Global (IDG) que posee la vivienda que se evaluó, el cual busca promover la construcción de viviendas que generen un menor impacto negativo al medio ambiente a lo largo de su vida útil.

5.5.1. Delimitación del área de estudio

La zona que se delimitó para este trabajo de investigación, se realizó considerando el elemento principal a evaluar, la vivienda de interés social sustentable, la cual abarco la primera etapa de viviendas ofertadas en este proyecto. Aun así también se consideró toda el área del conjunto habitacional para evaluar elementos naturales y artificiales que impactan en la vivienda.



Plano 1: Delimitación de área de estudio. Fuente: Elaboración propia

5.5.2. Descripción general del proyecto

Pedregal de Cantaluna es un conjunto habitacional que oferta viviendas sustentables, este desarrollo está conformado por un total de 734 viviendas las cuales son de interés medio e interés social y están divididas de la siguiente manera:

Prototipos de vivienda. Las viviendas tienen una superficie de 52.00 m² y se integran en edificios de planta baja, dos y tres niveles. Pueden ser de un nivel en planta baja, intermedios, planta alta con azotea verde y unifamiliar de 2 pisos.

La superficie habitable consta de acceso, dos recámaras, estancia, comedor, cocina, patio de servicio, baño completo compartido para las recámaras y un cajón de estacionamiento.

Prototipos de edificio. El conjunto está formado por: 42 edificios de planta baja y 2 niveles, con 2 viviendas unifamiliares de 2 pisos y azotea verde (126 viviendas), 117 edificios de planta baja y tres niveles, con 2 viviendas unifamiliares de 2 pisos, una intermedia y azotea verde (468 viviendas), 35 edificios de planta baja y tres niveles con una planta baja, dos intermedias y azotea verde (140 viviendas). El total de viviendas de interés medio en este conjunto es de 468 y el total de viviendas de interés social es de 266 viviendas, 40 de las viviendas de interés medio cuentan con alberca lo cual aumentó el costo final de este espacio, los edificios donde se ubican estas viviendas cuentan con acceso controlado.

Foto 4: Entrada principal Conjunto Habitacional Pedregal de Cantaluna



Fuente: www.casaspaquime.com.mx

Foto 5: Fachada del prototipo de vivienda de interés social



Fuente: Elaboración propia

Foto 6: Edificio prototipo de 2 niveles.



Fuente: www.casaspaquime.com.mx

Foto 7: Área de comercios dentro del conjunto.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Datos generales prototipo de vivienda de interés social

Precio vivienda de interés social dentro del conjunto habitacional: \$354,000	
Superficie:	52 m ²
Recámaras:	2
Baño:	1
Patio de servicio:	1
Estacionamiento:	1

Fuente: Elaboración propia

5.2. Metodología empleada para la evaluación del caso de estudio

El conjunto habitacional que es objeto de estudio ha sido certificado como un conjunto sustentable por parte de la SEDATU y CONAVI, esto en base a una serie de requisitos y elementos que han sido evaluados y establecidos por parte de estas instituciones, al analizar los criterios que se utilizaron en su evaluación, se identificó que, como en muchos de los casos al definir un espacio arquitectónico como sustentable, el elemento al cual se le destina mayor importancia es todo aquel relacionado con el medio ambiente, que si bien es de gran importancia, existe una gran cantidad de elementos que se deben considerar para definir dichos espacios como sustentables, es por ello que se propone una metodología que permita englobar una serie de elementos para su evaluación y determinar así hasta qué punto las viviendas de este conjunto habitacional llegan a cumplir con este término.

La metodología que se empleó para realizar la evaluación de las viviendas de interés social sustentables en el conjunto habitacional Pedregal de Cantaluna, es la metodología propuesta por el Arquitecto Luis De Garrido, en su libro “Un nuevo paradigma en arquitectura”, en donde mediante una serie de 39 indicadores sustentables se van analizando diferentes elementos de la edificación y el medio donde este se ubica, mediante de estos indicadores se van asignando calificaciones a cada uno de ellos dentro de una escala numérica y así al final llegar a una calificación final que determinara el grado de sustentabilidad del espacio arquitectónico a evaluar. Los indicadores no tienen el mismo valor relativo, por lo que es necesario utilizar coeficientes correctores. Del mismo modo, muchos indicadores están relacionados entre sí, por lo que hay que llegar analizarlos detenidamente, dependiendo del entorno social y económico concreto. Cada indicador está asociado a costos económicos diferentes, por lo tanto, hay que potenciar aquellos que son más efectivos y más económicos, sobre los más caros e ineficaces.

Se establece un sistema sencillo de cuantificación general, que sea válido para todos los indicadores, los indicadores deben ser muy fáciles de percibir y de cuantificar, cualquier persona debería poder hacerlo, sin ser especialista. Los indicadores deben ser muy sencillos y muy fáciles de cuantificar, por ello el autor ha definido un sistema sencillo de evaluación numérica para cada indicador, la cual es la siguiente:

Tabla 3: Evaluación numérica de los indicadores

0:	Nivel Cero
1:	Nivel Muy Bajo
2:	Nivel Bajo
3:	Nivel Medio
4:	Nivel Alto
5:	Nivel Muy Alto

Fuente: Elaboración propia

Con este sencillo sistema todo arquitecto puede cuantificar por sí mismo cada indicador, y obtener así un resultado numérico exacto sobre el “nivel de sustentabilidad” de un determinado material, un determinado sistema constructivo, o un edificio completo. Al final se obtendrá una media aritmética ponderada en forma de un valor numérico. Este valor tendrá una escala de “0” a “5”, por lo que para obtener una escala decimal (de “0” a “10”) simplemente se debe multiplicar por dos el resultado obtenido (De Garrido, 2012).

El autor menciona que la responsabilidad de los indicadores es doble: por un lado pueden evaluar directamente el grado de “sustentabilidad” de un determinado edificio, y por otro lado, en fase de proyecto, pueden indicar con bastante precisión el camino que se debe tomarse para lograr una verdadera arquitectura sustentable. Un indicador debe ser fácilmente identificable, debe tener un carácter muy general, y debe poder medir con mucha facilidad. Además, un indicador no debe sobreponerse con otro. El conjunto de los indicadores debe poder evaluar el grado de sustentabilidad posible de un edificio. Utilizando los indicadores, se deben

proponer acciones arquitectónicas concretas, estas acciones deben ser lo más efectivas posible, deben tener el menor coste posible, y al mismo tiempo, deben ajustarse a la realidad socio-económica de un determinado país o región.

El resultado final de esta evaluación es de gran importancia, sobre todo si la evaluación se realiza en el proceso de diseño de cualquier proyecto arquitectónico, ya que si el resultado de la evaluación es positivo, puede seguirse con la estrategia establecida. En cambio, si el resultado de la evaluación es negativo, las acciones arquitectónicas diseñadas deben reajustarse con el fin de ser más eficaces con respecto al entorno medio ambiental, social y económico (De Garrido, 2012).

5.3. Indicadores sustentables a evaluar

Los indicadores sustentables son utilizados para evaluar el nivel de sustentabilidad de un determinado edificio, y además proporcionan información exhaustiva de las características que debe tener una verdadera arquitectura sustentable, por lo que se debe intentar cumplir con todos ellos, a menos que exista un impedimento social, tectónico o económico que no pueda resolverse. Por otro lado, todos estos indicadores no tienen el mismo valor relativo, por lo que hay que utilizar coeficientes, con el fin de obtener su eficacia medioambiental comparativa. Del mismo modo, muchos indicadores están relacionados entre sí, por lo que hay que llegar a un compromiso, valorando más unos que otros, dependiendo del entorno social y económico concreto (De Garrido, 2012).

5.3.1. Optimización de recursos naturales y artificiales

Este primer grupo de indicadores evalúa la óptima utilización de recursos en arquitectura, contemplando todo el ciclo de vida del proceso constructivo: desde la obtención de los materiales, hasta el desmontaje del edificio. Los recursos pueden

ser tanto naturales (agua, sol, viento, tierra, barro, etc.), como artificiales, fabricados por el hombre (materiales y componentes).

Una vez que se ha tomado la decisión de fabricar un determinado material, se debe garantizar que la cantidad de energía que se vaya a consumir sea la menor posible, así como los residuos que puedan generarse. En este sentido, la estrategia más efectiva es intentar alargar al máximo la vida útil de los edificios. Con ello se asegura que la cantidad de energía, recursos y residuos por unidad de tiempo sea la menor posible (De Garrido, 2012).

1. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y ARTIFICIALES

INDICADOR SUSTENTABLE	ELEMENTO DE MEDICIÓN
1.1. Nivel de utilización de recursos naturales	Mide la cantidad de recursos y materiales naturales que se hayan utilizado, o que se deban utilizar, en arquitectura. Del mismo modo, sugiere criterios de elección para utilizar los materiales naturales más adecuados en cada ocasión.
1.2. Nivel de utilización de materiales duraderos	Mide la cantidad de materiales duraderos que se hayan utilizado, o que se deban utilizar, en arquitectura. Del mismo modo, sugiere criterios de elección para utilizar los sistemas constructivos y los materiales duraderos más adecuados en cada ocasión.
1.3. Nivel de utilización de materiales recuperados	Mide la cantidad de materiales recuperados que se hayan utilizado, o que se deban utilizar, en arquitectura. Se entiende como material recuperado aquel que ha sido previamente abandonado, y al cual se desea proporcionar una nueva utilidad. Del mismo modo, sugiere criterios de elección para utilizar los sistemas constructivos y los materiales recuperados más adecuados en cada ocasión.

1.4. Nivel de utilización de materiales reutilizables	Mide la cantidad de materiales reutilizables (o reutilizados) que se hayan utilizado, o que se deban utilizar, en arquitectura. Un material se puede reutilizar en el mismo lugar que antes ocupaba, o en cualquier otro.
1.5. Capacidad de reutilización de los materiales utilizados	Mide la cantidad de veces que un determinado material puede volver a utilizarse, ya sea con la misma funcionalidad y ubicación que tenía con anterioridad, o con cualquier otra. La reutilización de un material es una acción sumamente efectiva desde un punto de vista medioambiental, ya que apenas consume energía, ni genera residuos.
1.6. Capacidad de reparación de los materiales utilizados	Mide la cantidad de veces que un determinado material se puede reparar con el fin de volver a ser utilizado, ya sea con la misma funcionalidad y ubicación que tenía con anterioridad, o con cualquier otra.
1.7. Nivel de utilización de materiales reciclados	Mide la cantidad de materiales reciclados (o reciclables) que se hayan utilizado, o que se deban utilizar, en arquitectura. Un material reciclado puede tener características similares a las que tenía con anterioridad, u otras completamente diferentes.
1.8. Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados	Mide la cantidad de veces que un determinado material se puede reciclar, sin que se deterioren sustancialmente sus características físicas, químicas o mecánicas.
1.9. Nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados	Mide el aprovechamiento que se realiza de los recursos ya disponibles. O lo que es lo mismo, el porcentaje de recursos que se utilizan en relación a los que se desperdician o los convierten en residuos, debido a la actividad humana.

5.3.2. Disminución del consumo energético

Los indicadores sustentables de este grupo proporcionan información acerca todas las acciones que deben tenerse en cuenta para disminuir al máximo el consumo energético en la construcción del edificio. Por ello, se deben examinar con minuciosidad todas las etapas del ciclo de vida de un edificio, desde la etapa de proyecto y la fabricación de materiales, hasta la etapa de desmontaje del edificio y acto seguido, proporcionar alternativas de diseño, que en su conjunto, disminuyan al máximo el consumo energético del edificio.

No se debe caer en el error de confundir conceptos como “ahorro energético” y “eficiencia energética”, con otros completamente diferentes como “utilización de energías renovables”, o conceptos similares. Por el hecho de usar fuentes de energía renovables no se ahorra absolutamente nada, ya que simplemente se está utilizando una fuente energética, en lugar de otra. Esto no significa que no haya que potenciar el uso de fuentes de energía naturales renovables, al contrario, hay que fomentarlas, pero en cualquier caso, primero deben adoptarse todo tipo de decisiones para que los edificios consuman mucho menos (De Garrido, 2012).

2. DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

INDICADOR SUSTENTABLE	ELEMENTO DE MEDICIÓN
2.1. Energía utilizada en la obtención de materiales	Mide la cantidad de energía necesaria para obtener o fabricar un determinado material o componente. Del mismo modo, sugiere criterios de elección para utilizar los materiales más adecuados en cada ocasión.
2.2. Energía consumida en el transporte de los materiales	Mide la cantidad de energía necesaria para transportar un determinado material o componente, hasta el lugar donde se va a utilizar. Del mismo modo, establece criterios de elección para utilizar los materiales más adecuados.

<p>2.3. Energía consumida en el transporte de la mano de obra</p>	<p>Mide la cantidad de energía necesaria para transportar la mano de obra necesaria para realizar una determinada construcción. Este indicador es uno de los que más se suelen respetar de forma habitual, aunque existen algunas excepciones debidas a la velocidad de tiempo que puede existir en ciertas etapas en el proceso de construcción de muchos edificios.</p>
<p>2.4. Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio</p>	<p>Mide la cantidad de energía necesaria para construir un determinado edificio. Del mismo modo, sugiere estrategias de diseño y sistemas constructivos para reducir al máximo la energía necesaria. La construcción de un edificio puede tener un consumo considerablemente variable, dependiendo de las soluciones constructivas que se hayan utilizado en su diseño.</p>
<p>2.5. Energía consumida por el edificio a lo largo de su vida útil</p>	<p>Mide la cantidad de energía que un determinado edificio consume como consecuencia de su diseño a lo largo de toda su vida útil, para garantizar el bienestar de sus ocupantes. Este indicador no incluye el consumo energético de las componentes tecnológicas que se hayan incorporado.</p>
<p>2.6. Nivel de adecuación tecnológico para la satisfacción de necesidades humanas</p>	<p>Mide la función de la tecnológica utilizada en un determinado edificio, respecto de los parámetros intrínsecos humanos, es decir elementos esenciales para el bien estar y confort de los usuarios.</p>
<p>2.7. Eficacia energética del diseño arquitectónico bioclimático</p>	<p>Mide la cantidad de calor y fresco que la propia vivienda puede generar, como consecuencia únicamente de su especial diseño bioclimático. Es decir, este indicador mide la reducción de consumo energético que se puede conseguir en base al cuidadoso diseño bioclimático del edificio.</p>
<p>2.8. Nivel de inercia térmica del edificio</p>	<p>Mide la inercia térmica de un edificio. Una inercia térmica que, es imprescindible para lograr un eficaz diseño bioclimático, utilizando los cambios térmicos y disminuir al máximo el consumo energético.</p>

2.9. Energía consumida en el proceso de derribo o desmontaje del edificio	Mide la cantidad de energía necesaria para derribar o desmontar un determinado edificio. Del mismo modo, sugiere estrategias de diseño y sistemas constructivos para reducir al máximo la energía necesaria para ello.
---	--

5.3.3. Fomento de fuentes energéticas naturales

Este grupo de indicadores tiene la finalidad de evaluar, y fomentar, la utilización de fuentes energéticas naturales por un determinado edificio. Se entienden como fuentes energéticas naturales la que utiliza el ecosistema natural, es decir, la energía que pueda obtenerse proveniente de la radiación solar, y proveniente del interior de la Tierra. No obstante, se incluye en este apartado la utilización de otras fuentes de energías limpias y renovables, generadas por el propio sistema físico, o provenientes del ecosistema natural, como son la energía eólica, la energía de los saltos de agua, la energía de las mareas, la energía de géiseres, etc... Por supuesto, y siempre que se garantice la seguridad de los procedimientos seguidos, en este apartado se deberían incluir las fuentes de energía provenientes de la emulación del hombre de los sistemas físicos generadores de energía natural (De Garrido, 2012).

3. FOMENTO DE FUENTES ENERGÉTICAS NATURALES

INDICADOR SUSTENTABLE	ELEMENTO DE MEDICIÓN
3.1. Nivel de utilización tecnológica a base de energía solar	Mide el porcentaje de las necesidades energéticas de un edificio, que ha sido suministrado por medio de sistemas mecánicos generadores de energía solar. La energía procedente del sol se puede utilizar básicamente, y de forma generalizada, de dos formas: para calentar fluidos, y para generar energía eléctrica. Por ello se suele hablar de energía solar térmica, y energía solar fotovoltaica.

3.2. Nivel de utilización tecnológica a base de energía geotérmica	Mide el porcentaje de las necesidades energéticas de un edificio suministrado por medio de sistemas mecánicos generadores de energía geotérmica. Existen varios métodos para conseguir energía geotérmica del interior de la tierra, y todo ellos basados en la temperatura estable de los estratos subterráneos.
3.3. Nivel de utilización tecnología a base de energías renovables por el ecosistema natural	Mide el porcentaje de las necesidades energéticas de un edificio suministrado por medio de sistemas mecánicos generadores de energía renovable (diferente a la solar y a la geotérmica). Se incluye la utilización de otras fuentes de energías limpias y renovables como son la energía eólica, la energía de los saltos de agua, la energía de las mareas, etc.

5.3.4. Disminución de residuos y emisiones

Los residuos y las emisiones están íntimamente ligados al proceso de fabricación de materiales, a la construcción del edificio, y sobre todo, a su demolición. Parecen consustanciales al sector de la construcción, pero no debería ser así. Además, en los países más industrializados, el cumplimiento de las normativas vigentes de calidad de los materiales, ha incrementado sustancialmente, la cantidad de residuos generados (embalajes, protecciones, revestimientos, etc.).

Para realizar una arquitectura verdaderamente sustentable deben elegirse cuidadosamente los materiales, los sistemas de transporte, los embalajes utilizados, las soluciones constructivas y los procesos de fabricación, de tal modo que se disminuya al máximo, o incluso se elimine, la cantidad de residuos y de emisiones generadas. Además, deben utilizarse sistemas constructivos que generen la menor cantidad de residuos cuando se deba desmontar un determinado edificio (De Garrido, 2012).

4. DISMINUCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES

INDICADOR SUSTENTABLE	ELEMENTO DE MEDICIÓN
4.1. Nivel de emisiones y residuos generados en la obtención de materiales de construcción	Mide la cantidad de emisiones y residuos que se generan en la obtención de un determinado material o componente. Del mismo modo, sugiere criterios de elección para utilizar los más adecuados en cada momento. Se debe fomentar el uso de materiales cuya obtención haya generado la menor cantidad posible de residuos y de emisiones.
4.2. Nivel de emisiones y residuos generados en el proceso de construcción	Mide la cantidad de emisiones y de residuos que se generan durante el proceso de construcción de un determinado edificio. Del mismo modo, sugiere nuevos sistemas constructivos para evitarlos, o disminuirlos al máximo.
4.3. Nivel de emisiones y residuos generados en el mantenimiento de los edificios	Mide la cantidad de emisiones y residuos que se generan en mantenimiento de un determinado edificio. Del mismo modo, sugiere nuevos criterios de diseño para disminuirlos al máximo. La cantidad de emisiones y residuos generados en el mantenimiento de un edificio depende directamente de su diseño
4.4. Nivel de emisiones y residuos generados en el derribo de los edificios	Mide la cantidad de emisiones y residuos generados en el derribo de un determinado edificio. Del mismo modo, sugiere criterios de diseño y nuevos sistemas constructivos para evitarlos, o reducirlos al máximo. En algunos casos se podrían obtener edificios que nunca deban ser derribados, es decir, con ciclo de vida infinito

5.3.5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios

Este indicador trata de establecer un paradigma de desarrollo humano, capaz de satisfacer las necesidades del ser humano, y garantizar su bienestar, pero de un modo medido tal, que se pueda garantizar en la medida de lo posible el bienestar de nuestras generaciones venideras. El objetivo, se mire como se mire, es absolutamente egoísta para la especie humana. No hay que olvidar que, si el ser humano modifica el ecosistema natural, el máximo perdedor sería el mismo. Sin duda, muchísimas especies podrían adaptarse a cualquier cambio posible (De Garrido, 2012).

5. AUMENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LOS OCUPANTES DE LOS EDIFICIOS

INDICADOR SUSTENTABLE	ELEMENTO DE MEDICIÓN
5.1. Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural	Mide el porcentaje de emisiones, como resultado de la actividad constructiva, que son perjudiciales para el ecosistema natural. Del mismo modo, proporciona criterios para adoptar sistemas productivos alternativos que disminuyan al máximo este tipo de emisiones.
5.2. Emisiones perjudiciales para la salud humana	Mide el porcentaje de emisiones, como resultado de la actividad constructiva, que son directamente perjudiciales para la salud humana. Es importante establecer un listado exhaustivo de las diferentes patologías producidas por las emisiones de algunos materiales de construcción, así como las alternativas saludables a estos materiales
5.3. Número de enfermedades de los ocupantes del edificio	Mide la frecuencia de enfermedades que padecen los ocupantes de un determinado edificio. Estas enfermedades pueden estar producidas por un determinado material, un dispositivo tecnológico, un determinado ambiente arquitectónico, pero sobre todo

	por defectos y carencias en el diseño de un determinado edificio.
5.4. Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio	Mide el grado de satisfacción y de bienestar de los ocupantes de un determinado edificio. Este bienestar se debe a muchos factores, muchos de ellos psicológicos. El grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes de un edificio puede verse alterado por factores físicos, somáticos, psicológicos y emocionales. Es decir, por causas relacionadas básicamente con el diseño formal, espacial y cromático de un edificio

5.3.6. Disminución del mantenimiento y coste de los edificios

Se suele asociar a la arquitectura sustentable con un elevado precio. Pero una verdadera arquitectura sustentable no debe tener ningún sobre coste sustancial, y en realidad debe ser más económica de construir. Del mismo modo, una verdadera arquitectura sustentable debe tener mucha menos necesidad de mantenimiento (De Garrido, 2012).

6. DISMINUCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y COSTE DE LOS EDIFICIOS

INDICADOR SUSTENTABLE	ELEMENTO DE MEDICIÓN
6.1. Nivel de adecuación entre la durabilidad de los materiales y su ciclo de vida funcional	Mide el nivel de adecuación entre la durabilidad de un material, con la máxima durabilidad que le permita su ubicación y su funcionalidad en un determinado edificio.
6.2. Adecuación funcional de los componentes	Mide el nivel de adecuación entre las características de un material, con su funcionalidad en un determinado edificio. Se suele presuponer que el arquitecto elige cada material de una forma optimizada y sensata, según el lugar y la función que vaya a tener en un determinado edificio, pero no siempre es así, ya que por razones visuales o pretenciosas) se colocan

	demasiados materiales en lugares que no les corresponden.
6.3. Recursos consumidos por el edificio en su actividad cotidiana	Mide la cantidad de recursos que un determinado edificio consume en su actividad cotidiana. Del mismo modo proporciona criterios con el fin de reducirlos a lo estrictamente necesario.
6.4. Energía consumida por el equipamiento tecnológico del edificio	Mide la cantidad de energía consumida por los artefactos incorporados en un edificio. Del mismo modo, proporciona criterios para disminuir al máximo su necesidad y su potencia. Dentro del grupo de artefactos deben incluirse aquellos incorporados al edificio, y los artefactos derivados de la actividad que se desarrolla en su interior.
6.5. Energía consumida en la accesibilidad al edificio	Mide la cantidad de energía necesaria en la accesibilidad a un determinado edificio. En muchas ocasiones, y con el fin de compensar las carencias de un determinado diseño arquitectónico, se suele echar mano de dispositivos tecnológicos con el fin de facilitar el acceso a un determinado edificio. Por ello se hace un uso abusivo de ascensores, montacargas, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, etc.; que consumen una enorme cantidad de energía.
6.6. Energía residual consumida por el edificio cuando no está ocupado	Mide la cantidad de energía que un determinado edificio consume, de forma residual, cuando nadie lo está utilizando. Del mismo modo, este indicador proporciona criterios de elección de los dispositivos electromecánicos, con el fin de que no consuman energía cuando nadie está utilizando el edificio.
6.7. Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio	Mide la necesidad de mantenimiento que tiene un determinado edificio. Del mismo modo proporciona criterios de diseño para que el edificio resultante tenga la menor cantidad posible de mantenimiento. Uno de los errores habituales de los arquitectos es que suelen olvidar que los edificios deben diseñarse para que necesiten la menor cantidad posible de mantenimiento.

<p>6.8. Nivel de necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por el edificio</p>	<p>Mide la necesidad de tratamiento de las emisiones y residuos generados por un determinado edificio. Del mismo modo, este indicador proporciona pautas de actuación para diseñar edificios que generen la menor cantidad posible de residuos y de emisiones, y como tratarlos de la forma más adecuada y económica</p>
<p>6.9. Coste económico en la construcción del edificio</p>	<p>Mide el dinero que se ha empleado en la construcción de un determinado edificio. De forma generalizada una verdadera arquitectura sustentable no debería implicar un incremento sustancial en su coste económico. Una verdadera arquitectura sustentable debería optimizar los recursos naturales (sol, lluvia, viento, tierra...), y los artificiales, en el proceso de su construcción.</p>
<p>6.10. Entorno social y económico</p>	<p>Mide la adecuación a un determinado entorno social y económico, de una determinada solución arquitectónica. Este último indicador es extremadamente importante, ya que puede cambiar el valor relativo del resto de indicadores, dependiendo de un determinado entorno particular. Esto se debe a que unas determinadas estrategias arquitectónicas pueden resultar muy eficaces en un determinado entorno, pero en cambio, podrían suponer un agravio medioambiental en otro entorno diferente.</p>

5.4. Coeficientes del entorno a evaluar

Analizando las características particulares que se deben evaluar en los indicadores sustentables el autor propone, que estos deben evaluarse de acuerdo a diferentes factores como lo son: el entorno social, económico, geográfico y cultural en la zona que vaya a estar situada la edificación. Es por esto que esta metodología también implementa otros elementos más que se deben tomar en cuenta para realizar la evaluación y obtener un resultado más preciso englobando todo el entorno del elemento arquitectónico, como resultado se establecen 4 tipos diferentes de coeficientes de ponderación, los cuales son de suma importancia para obtener la calificación final que determinara el grado de sustentabilidad. Estos coeficientes a considerar son los siguientes:

- CER: coeficientes de eficacia relativa
- CEE: coeficientes de entorno económico
- CEG: coeficientes de entorno geográfico
- CSC: coeficientes de entorno social y cultural.

Al ponderar todos y cada uno de los indicadores sustentables con los coeficientes sustentables indicados anteriormente, se obtienen unos “indicadores sustentables efectivos”. Estos indicadores, ya son de aplicabilidad directa en cada entorno. Una vez delimitados los indicadores sustentables efectivos, se está en condiciones de diseñar acciones arquitectónicas concretas, con el fin de lograr una verdadera arquitectura sustentable (De Garrido, 2012). Los coeficientes propuestos anteriormente se deberán calificar con respecto al entorno de la zona donde se ubique el proyecto a evaluar, estos coeficientes tendrán el valor 1 como nivel muy alto y deberá otorgarse un valor menor en caso de obtener una calificación menos favorable. Para obtener la calificación de cada indicador efectivo se deberá realizar la siguiente operación:

$$\text{Indicador efectivo} = \text{indicador} * \text{CE} * \text{CER} * \text{CEE} * \text{CEG} * \text{CSC}$$

5.5.1. Optimización de recursos naturales y artificiales, caso de estudio

Nivel de utilización de recursos naturales

En la evaluación de este indicador se tomó en cuenta el aprovechamiento del uso de materiales naturales de la zona, dentro del conjunto habitacional se extrajo y produjo el elemento principal, el tepetate que se mezcló con otros agregados para la producción de block de adobe industrializado para la construcción de los muros de las viviendas que se construyeron en este proyecto, otro elemento natural al que se le dio buena utilización fue la topografía del lugar, la cual por las pendientes poco pronunciadas sirvieron para crear canales para la captación de agua dentro del conjunto, debido a esto es que el indicador a evaluar recibe una calificación alta.

Foto 8: Cribado del tepetate



Fuente: Elaboración propia

Foto 9: Producción de block de adobe



Fuente: Elaboración propia

Foto 10: Producto final obtenido en la elaboración de los blocks de adobe



Fuente: Elaboración propia

Nivel de utilización de materiales duraderos

La utilización de este tipo de materiales se presenta en gran cantidad en las viviendas de este conjunto habitacional, como se mencionó anteriormente se realizó la producción de los blocks utilizados en la construcción de los muros de estas edificaciones, los cuales llegan alcanzar una resistencia de 80 kg/cm^2 , resistencia mayor por encima de los blocks de concreto que se usan en las viviendas de interés social convencionales. El material antes mencionado es el más destacado en este proyecto, pero no por esto se deben descartar otros elementos utilizados como la loseta y azulejo para los diferentes acabados de estos espacios, también la cancelería y herrería para la protección de puertas y ventanas.

Nivel de utilización de materiales recuperados

La calificación obtenida en este indicador no recibió una ponderación tan alta debido a que no se identificó gran cantidad de materiales recuperados utilizados en este conjunto habitacional de acuerdo a los requerimientos de esta metodología, el único elemento que se pudo evaluar fue la utilización de rocas de la zona para la

Foto 11: Material recuperado en conjunto habitacional



Fuente: Elaboración propia

construcción de muros de contención. La descripción de este indicador menciona que también se debe proponer la utilización de materiales recuperados que se hayan colocado en la construcción para ser utilizados en un futuro, por este motivo es que este indicador tampoco obtuvo una calificación tan baja.

Nivel de utilización de materiales reutilizables

Al igual que el indicador anterior, la existencia de materiales a evaluar en el conjunto fue muy baja, se consideró el mismo elemento para calificar este apartado ya que se considera como un material reutilizable para su uso en la construcción actual, este indicador señala que también se deben tomar en cuenta como materiales reutilizables los elementos actuales para su uso futuro cuando ya no cumplan con su utilidad para la que fueron diseñados.

Capacidad de reutilización de los materiales utilizados

Este indicador, al contrario de los dos anteriores, si cuenta con gran variedad de elementos a evaluar, como lo establece su descripción se deben localizar materiales que se puedan volver a utilizar en el mismo lugar u otro diferente al que fueron destinados, sin embargo la calificación que recibe este indicador no es tan alta debido al bajo nivel de veces que se pueden reutilizar los materiales contemplados en las viviendas como lo fueron: ventanas, puertas, acabados, herrería y cancelería.

Capacidad de reparación de los materiales utilizados

Los materiales que se consideraron para evaluar este indicador recibieron una buena calificación por la disposición que tienen para repararse, dentro de estos se tomaron en cuenta elementos como la herrería de puertas y ventanas, esto porque el número de veces que se llegue a reparar no afectará la funcionalidad para el que fue diseñado, otro elemento que se evaluó fueron los diferentes acabados que tiene la vivienda ya que este elemento al momento de desprenderse de la zona al que fue colocado puede ser utilizado en diferentes espacios.

Nivel de utilización de materiales reciclados

La gran cantidad de materiales que se pueden reciclar en este conjunto habitacional permite otorgarle una buena calificación, debido a que estos tienen gran potencial de ser utilizados en diferentes lugares de una construcción, dentro de estos materiales se encuentran el vidrio, la herrería y la cancelería, se evaluaron estos elementos pensando en un futuro cuando ya no sean indispensables para su uso en la vivienda o cuando se cambien por uno nuevo; los elementos existentes que se evaluaron como materiales reciclados fueron los neumáticos, a los cuales se les destinó un uso diferente al que normalmente tienen, estos se utilizaron para la construcción de jardineras que forman parte de este conjunto habitacional; otro de los materiales evaluados fueron las botellas de plástico, las cuales se reciclaron y utilizaron para la creación de mobiliario urbano como lo son los contenedores basura, elementos que se encuentran distribuidos en dicho conjunto.

Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados

La descripción de este indicador señala que esta evaluación, consiste en determinar la cantidad de veces que los materiales del apartado anterior se pueden llegar a reciclar sin verse afectadas sus propiedades físicas o químicas, en base a esto se determinó que en dichos materiales se puede realizar esta acción una considerable cantidad de veces, sin verse afectados sus propiedades para su uso futuro.

Nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados

Este indicador se encarga de medir de manera general el aprovechamiento adecuado de los recursos tanto naturales como los artificiales en el elemento que se evaluó, en este caso el conjunto habitación Pedregal de Cantaluna, el cual recibió una calificación alta debido al buen aprovechamiento de los mismos, en cuanto al aprovechamiento de recursos naturales lo que destaca es el uso de materiales de la zona para utilizarlos en elementos constructivos de la vivienda, así como también para la construcción de muros de contención en diferentes partes del conjunto, también destaca el aprovechamiento de la topografía de la zona para construir canales que permiten facilitar la captación de aguas pluviales, para darle un uso adecuado dentro de este espacio, otros recursos naturales que se aprovecharon de gran manera fue la energía solar y los vientos, aunque estos elementos se evalúan más adelante en otro grupo de indicadores, también se pueden contemplar en este, ya que su uso fue de gran impacto para el beneficio del desarrollo y funcionalidad de las viviendas en este conjunto habitacional. En cuanto al aprovechamiento de los recursos artificiales en este espacio, los elementos que se evaluaron fueron aquellos complementos de la vivienda que se instalaron para su correcta funcionalidad como lo son: puertas, ventanas, cancelería, herrería, entre otros. A continuación se presenta la tabla de la evaluación que se realizó a este conjunto de indicadores sustentables.

Foto 12: Utilización de recursos naturales y artificiales en el conjunto habitacional.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Evaluación de indicadores sustentables

INDICADOR SUSTENTABLE 1. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y ARTIFICIALES	INDICADOR EFECTIVO	COEFICIENTE					CALIFICACIÓN
		DE ESCALA (CE)	DE EFICACIA RELATIVA (CER)	DE ENTORNO ECONÓMICO (CEE)	DE ENTORNO GEOGRÁFICO (CEG)	DE ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL (CSC)	
1.1. Optimización de recursos naturales y artificiales	4.5	2	1	1	1	1	9.0
1.2. Nivel de utilización de materiales duraderos	4	2	1	0.95	1	1	7.6
1.3. Nivel de utilización de materiales recuperados	3	2	0.95	1	1	1	5.7
1.4. Nivel de utilización de materiales reutilizables	3	2	0.95	1	1	1	5.7
1.5. Capacidad de reutilización de los materiales utilizados	3	2	0.95	1	1	1	5.7
1.6. Capacidad de reparación de los materiales utilizados	4	2	0.95	1	1	1	7.6
1.7. Nivel de utilización de materiales reciclados	4	2	1	1	1	1	8.0
1.8. Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados	4	2	1	1	1	1	8.0
1.9. Nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados	4	2	1	0.95	1	1	7.6
					SUBTOTAL		7.2

Fuente: Elaboración propia

5.5.2. Disminución del consumo energético, caso de estudio

Energía utilizada en la obtención de los materiales

En la evaluación de este indicador se tomó en cuenta la cantidad de energía que se consumió o empleo para elaborar uno de los materiales utilizados en el proyecto, dentro del conjunto habitacional se pudo conseguir gran parte de la materia prima para la construcción de los muros de las viviendas, al realizar esta tarea se consumió cierto nivel de energía mediante el uso de maquinaria que ayudo a extraer este material, posteriormente se continuo utilizando energía mecánica para darle un tratamiento de limpieza adecuado para después ser mezclado con otros agregados y finalmente ser colocado en un molino especial que se encarga de fabricar los block de adobe utilizados en la vivienda sustentable, la calificación que se otorgó a este indicador se basó en consideración que se tuvo que producir una cantidad considerable de estos elementos para poder construir gran parte de las viviendas de todo este conjunto habitacional.

Foto 13: Extracción del tepetate dentro de la zona del conjunto habitacional



Fuente: Pedregal de Cantaluna

Foto 14: Maquinaria especializada en la fabricación de blocks de adobe industrializado



Fuente: Elaboración propia

Foto 15: Producto final obtenido de la fabricación del block de adobe



Fuente: Elaboración propia

Energía consumida en el transporte de los materiales

Al igual que el indicador anterior, la evaluación de este apartado se realizó considerando que gran parte del material utilizado en la construcción de las viviendas se encontraba dentro de la zona de estudio, es por esto que la calificación obtenida es alta, aun así se consideró también la energía que se tuvo que destinar al transporte de los demás materiales a la zona donde se ubica este conjunto habitacional.

Foto 16: Uso de maquinaria para el transporte y colocación de los bloques de adobe en las viviendas



Fuente: Pedregal de Cantaluna

Energía consumida en el transporte de la mano de obra

La mano de obra no generó gran consumo de energía debido a que la construcción de este conjunto habitacional benefició a los pobladores de la zona creando oportunidades de trabajo, por lo tanto eso permitió que se requiriera de la mano de obra local en lo que respecta a la construcción de las viviendas, por otra parte para la instalación de elementos tecnológicos para aprovechamiento de energías renovables se tuvo que emplear mano de obra especializada que no se encuentra en la región.

Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio

La energía empleada para la construcción de este conjunto habitacional fue considerable tanto mecánica como humana, debido a la magnitud de este gran espacio, la energía mecánica que se empleó en la construcción se aplicó principalmente en el uso de maquinaria para la limpieza y excavación en el terreno, así como también para el transporte de los diferentes materiales que no se encontraron en la zona. La energía humana utilizada fue considerable por las diferentes actividades que se llevaron a cabo para la construcción de las viviendas y espacios comunes dentro del conjunto, también se empleó gran cantidad de energía en la manipulación de los materiales y las diferentes instalaciones que se colocaron en estos espacios constructivos.

Energía consumida por el edificio a lo largo de su vida útil

Este indicador destaca en su descripción que la evaluación se basa en medir la cantidad de energía que ocupa este espacio por el uso de tecnologías ajenas al diseño arquitectónico de la vivienda, contemplando esta medición desde el momento que se habita hasta que deja de ser funcional, analizando este aspecto se determinó que la cantidad de energía utilizada fue baja debido al buen diseño con el que cuentan estas viviendas sustentables, aprovechando al máximo la ventilación e iluminación natural para no abusar del uso de elementos tecnológicos para satisfacer las necesidades de los usuarios en cuanto al confort que se necesita dentro de estos espacios.

Nivel de adecuación tecnológica para la satisfacción de necesidades humanas

Para la evaluación de este indicador sustentable se tuvo que analizar detenidamente el elemento a ponderar, el cual es todo elemento tecnológico que se instaló en la vivienda para crear un ambiente de confort y que también represente un beneficio para la vida de los usuarios, dicho elemento debe de calificarse en base

a si cumple o no en satisfacer las necesidades para el cual fue diseñado, las tecnologías que se detectaron en estos espacios fueron los paneles solares que se instalaron para el aprovechamiento de la energía solar, así como también la utilización de dispositivos ahorradores de energía eléctrica y agua, algunos de los elementos utilizados fueron establecidos por los programas que se encargan en desarrollar este tipo de vivienda y se debe cumplir con este requisito para que puedan recibir el certificado de vivienda sustentable. A continuación se presentan algunos de estos requerimientos que establece SEDATU para cumplir con parte de la sustentabilidad en base a la normatividad mexicana que se enfoca en regir esta temática.

Tabla 6: Requerimientos establecidos por SEDATU

DESCRIPCIÓN		NOM/NMX
Agua	Inodoros de descarga máxima 5 lts.	NOM-009-CONAGUA
	Regadera con grado ecológico.	NOM-008-CONAGUA con "Grado ecológico"
	Llaves ahorradoras en cocina y baños.	NMX-C-415-ONNCCE con "Designación ecológica"
	Válvulas de seccionamiento.	NOM-001-CONAGUA
Energía	Lámparas de uso residencial fluorescentes compactas mínimo de 20 watts en interiores y 13 watts en exteriores.	NOM-017-ENER/SCFI
	Aislamiento térmico en techo.	NOM-018-ENER NMX-C-460-ONNCCE

Fuente: SEDATU

Eficacia energética del diseño arquitectónico bioclimático

La uso del diseño bioclimático en las viviendas juega un papel muy importante en la evaluación de este conjunto habitacional dado que al ofertar estos espacios a la población esta característica es lo que más se destaca, por lo tanto se analizaron detalladamente las diferentes aplicaciones que llevaron a cabo en estos espacios.

La evaluación de este indicador se realizó analizando las diferentes aplicaciones de este diseño en las viviendas, en cuanto a la orientación de este elemento constructivo se pudo aprovechar al máximo los vientos dominantes para ofrecer ventilación natural dentro de estos espacios, esto se logró mediante la ubicación estratégica de las edificaciones para poder crear canales entre los mismos para utilizar este recurso natural.

Foto 17: Creación de canales de aire con las mismas edificaciones para aprovechar la ventilación natural



Fuente: Elaboración propia

Al lograr la correcta orientación de las viviendas es que también se pudo aprovechar al máximo la iluminación natural en estos espacios para disminuir el uso de energía eléctrica en gran parte del día, al analizar esta acción se determinó un buen uso de la energía solar, pero por otra parte este mismo elemento natural puede ejercer una acción negativa en la vivienda sino se sabe colocar en puntos estratégicos las ventanas de estas construcciones así como también ciertos elementos arquitectónicos de sombreado que eviten la entrada directa de los rayos del sol a la vivienda y puedan producir una zona poco confortable para los usuarios.

Foto 18: Aprovechamiento de la orientación y elementos arquitectónicos que evitan la radiación directa del sol en las viviendas.



Fuente: Elaboración propia

El diseño bioclimático se encarga de ubicar y construir elementos que permitan el máximo aprovechamiento de los recursos naturales, anteriormente se consideró el uso de la energía solar y el de los vientos en las viviendas para la evaluación del indicador en este conjunto, al continuar analizando los elementos bioclimáticos en este espacio, se detectó que al exterior del mismo se logró aprovechar la topografía del lugar para crear canales que permitan aprovechar en gran parte las aguas pluviales, esto mediante su encausamiento por medio de dichos canales que conduzcan el agua a zonas específicas para su almacenamiento, para posteriormente ser utilizadas como elemento natural para riego en áreas de cultivo, la cuales fueron creadas para que los habitantes de este conjunto puedan sembrar y consumir determinados productos naturales. Los canales de captación de agua pluvial se localizan en gran parte de este espacio, se diseñaron cuidadosamente para no intervenir en el libre tránsito de los usuarios.

Foto 19: Canales de captación de aguas pluviales y zonas de cultivo



Fuente: Elaboración propia

Nivel de inercia térmica del edificio

El elemento que se evalúa en este indicador se considera como parte del diseño bioclimático de la vivienda propuesta, la calificación obtenida se basó en el uso de los materiales de construcción utilizados para crear un ambiente de gran confort dentro de la edificación. El análisis de dichos materiales fue de gran importancia debido al clima que presenta en la zona donde está ubicado este conjunto habitacional, el cual es cálido – húmedo; una vivienda de interés social convencional genera un gran uso de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de confort de los usuarios, esto debido a las altas temperaturas que se presentan a lo largo del año en la vivienda y también por el uso de materiales que no son los más factibles para crear ambientes agradables dentro de la misma.

Uno de los materiales que se calificaron en este indicador fue aquel empleado en las cubiertas de las viviendas, el cual es un material termo-aislante que permite evitar el calentamiento de estos espacios manteniendo un ambiente fresco para los

usuarios, en estudios que se encargan de analizar la vivienda se ha determinado que el elemento principal por el cual se modifica la temperatura interior de estas construcciones es por medio de su cubierta, el emplear este tipo de material representa un gran beneficio para las personas que habitan este espacio tanto para su bienestar como para la reducción del uso de energía no renovable. Otro material que destaca en la construcción es el block de adobe colocado en los muros de la vivienda, el cual reduce el aumento de temperatura dentro de estos espacios arquitectónicos en momentos de máxima radiación solar, manteniendo un ambiente agradable para sus usuarios. En la visita de campo que se realizó a este conjunto habitacional se comprobó la eficacia de estos materiales por medio del uso de un termómetro digital infrarrojo, el cual tomó la temperatura al exterior de la vivienda así como también en su interior, demostrando así la diferencia de percepción del calor.

Foto 20: Uso de cubiertas termo-aislantes en la construcción de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

Foto 21: Comprobación de temperatura al interior y exterior de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

Energía consumida en el proceso de derribo o desmontaje del edificio

Considerando el tipo de materiales que se emplearon en la construcción de las viviendas de este conjunto habitacional, se llegó a la conclusión que si en determinado momento estas edificaciones se tuvieran que derrumbar, ocuparían cierta cantidad de energía considerable para realizar esta acción, debido a que los materiales utilizados son duraderos y tomaría cierto tiempo destruir estos espacios, por otro lado también la cantidad de energía consumida se prolongaría debido a la cantidad de elementos con los que cuenta este conjunto. A continuación se presenta la tabla de la evaluación que se realizó a este conjunto de indicadores sustentables.

Tabla 7: Evaluación de indicadores sustentables

INDICADOR SUSTENTABLE 2. DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO	INDICADOR EFECTIVO	COEFICIENTE					CALIFICACIÓN
		DE ESCALA (CE)	DE EFICACIA RELATIVA (CER)	DE ENTORNO ECONÓMICO (CEE)	DE ENTORNO GEOGRÁFICO (CEG)	DE ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL (CSC)	
2.1. Energía utilizada en la obtención de los materiales	3.5	2	1	1	1	1	7.0
2.2. Energía consumida en el transporte de los materiales	4	2	0.95	1	1	1	7.6
2.3. Energía consumida en el transporte de la mano de obra	4	2	1	1	1	1	8.0
2.4. Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio	3.5	2	0.9	0.95	1	1	6.0
2.5. Energía consumida por el edificio a lo largo de su vida útil	4.5	2	1	1	1	1	9.0
2.6. Nivel de adecuación tecnológica para la satisfacción de necesidades humanas	4	2	1	1	1	1	8.0
2.7. Eficacia energética del diseño arquitectónico bioclimático	4.8	2	1	1	1	1	9.6
2.8. Nivel de inercia térmica del edificio	4.8	2	1	1	1	1	9.6
2.9. Energía consumida en el proceso de derribo o desmontaje del edificio	3.5	2	1	1	1	1	7.0
					SUBTOTAL		7.9

Fuente: Elaboración propia

5.5.3. Fomento de fuentes energéticas naturales, caso de estudio

Nivel de utilización tecnológica a base de energía solar, caso de estudio

Para realizar la evaluación de este indicador se tomaron en cuenta los diferentes tipos de tecnologías que se emplearon en las viviendas para el aprovechamiento de los recursos naturales, en este caso se está contemplando el uso adecuado de la energía solar, para poder aprovechar al máximo este recurso se utilizaron paneles solares fotovoltaicos, lo cuales se colocaron en las cubiertas de las viviendas para suministrarlas de energía eléctrica, sustituyendo así en gran parte el uso de energías no renovables, esto representa un gran beneficio para los usuarios disminuyendo costos en las construcciones. Este indicador solo mide el uso de este recurso por medio de elementos tecnológicos, por lo tanto es el único que se pudo evaluar en este conjunto habitacional.

Foto 22: Uso de paneles solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Nivel de utilización tecnológica a base de energía geotérmica, caso de estudio

Si bien este conjunto habitacional no presenta en la actualidad elementos mecánicos para producir energía geotérmica en las viviendas, se analizó que si en un futuro se planteara generar energía renovable de este tipo, las condiciones para hacerlo serían muy factibles debido a las diferentes temperaturas de calor que se presentan en la zona, dichas temperaturas podrían transformarse en energía eléctrica o se podrían utilizar como elemento de calefacción por suelo para refrescar las viviendas y producir zonas de confort en estos espacios.

Nivel de utilización tecnológica a base de energías renovables por el ecosistema natural, caso de estudio

Este indicador se enfoca en evaluar la energía utilizada en la construcción generada principalmente por elementos mecánicos que aprovechen recursos naturales diferentes a la energía solar y a la energía geotérmica, al igual que el indicador anterior, en la actualidad este tipo de energía no se genera en este conjunto, sin embargo si en un futuro se planeara producirla utilizando algún elemento natural que se considere dentro de este grupo, la energía más factible a generarse sería la eólica, aprovechando los vientos dominantes de la zona, ya que en la ubicación de este conjunto habitacional no se cuenta con gran cantidad de edificaciones verticales de altura considerable. A continuación se presenta la tabla de la evaluación que se realizó a este conjunto de indicadores sustentables.

Tabla 8: Evaluación de indicadores sustentables

INDICADOR SUSTENTABLE	INDICADOR EFECTIVO	COEFICIENTE					CALIFICACIÓN
		DE ESCALA (CE)	DE EFICACIA RELATIVA (CER)	DE ENTORNO ECONÓMICO (CEE)	DE ENTORNO GEOGRÁFICO (CEG)	DE ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL (CSC)	
3.1. Nivel de utilización tecnológica a base de energía solar	4.5	2	1	0.9	1	1	8.1
3.2. Nivel de utilización tecnológica a base de energía geotérmica	4.5	2	1	1	1	1	9.0
3.3. nivel de utilización tecnológica a base de energías renovables por el ecosistema natural	4.5	2	1	0.9	1	1	8.1
					SUBTOTAL		8.4

Fuente: Elaboración propia

5.5.4. Disminución de residuos y emisiones, caso de estudio

Nivel de emisiones y residuos generados en la obtención de materiales de construcción

El presente indicador se encarga de evaluar las emisiones que se lleguen a producir al momento de fabricar algún elemento de construcción empleado en las viviendas, existe una gran variedad de materiales que se utilizaron para la construcción de estos espacios, en este análisis no se pudo determinar específicamente que emisión produjo cada uno de estos pero se llegó a la conclusión que la producción de dichos materiales no pudo generar gran cantidad de emisiones contaminantes para el medio ambiente, el único elemento que se pudo evaluar fue el que se produjo en la zona de este conjunto, el block de adobe, el cual por el análisis de su fabricación generó pequeñas emisiones contaminantes debido al uso de la maquinaria que se empleó para su creación.

Nivel de emisiones y residuos generados en el proceso de construcción

Los elementos que se toman en cuenta para calificar este indicador son aquellas emisiones que se generaron durante la construcción del conjunto habitacional que se estudió, analizando las diferentes actividades que se llevaron a cabo para crear este espacio se determinó que las emisiones más comunes que se presentaron fueron aquellas generadas por la utilización de la maquinaria utilizada en la obra, por otro lado los residuos que se identificaron en este conjunto fueron los escombros de los diferentes materiales constructivos, así como también desperdicio de elementos como: herrería, cancelería, azulejos, cartón, vidrios, entre otros.

Nivel de emisiones y residuos generados en el mantenimiento de los edificios

Las emisiones a evaluar que se identificaron en este conjunto habitacional son mínimas debido a que no se utiliza algún tipo de maquinaria especializada para dar mantenimiento a estos espacios, sin embargo los residuos que se contemplan en esta evaluación es todo en conjunto de basura generada por los usuarios.

Nivel de emisiones y residuos generados en el derribo de los edificios

La evaluación de este indicador se basa en contemplar las emisiones que se puedan generar en caso de derribar las viviendas de este conjunto, para poder llevar a cabo esta acción se implementaría el uso de maquinaria pesada para destruir estas construcciones, la emisiones que emiten estos elementos mecánicos son las que se considerarían en la evaluación para calificar este indicador. En el caso de los residuos el elemento que se podría generar es la producción de escombro que resulte del derribo de los elementos constructivos de este conjunto habitacional. A continuación se presenta la tabla de la evaluación que se realizó a este conjunto de indicadores sustentables

Tabla 9: Evaluación de indicadores sustentables

INDICADOR SUSTENTABLE	INDICADOR EFECTIVO	COEFICIENTE					CALIFICACIÓN
		DE ESCALA (CE)	DE EFICACIA RELATIVA (CER)	DE ENTORNO ECONÓMICO (CEE)	DE ENTORNO GEOGRÁFICO (CEG)	DE ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL (CSC)	
4.1 Nivel de emisiones y residuos generados en la obtención de materiales de construcción	4	2	1	0.95	0.95	1	7.2
4.2 Nivel de emisiones y residuos generados en el proceso de construcción	3	2	1	1	0.95	1	5.7
4.3 Nivel de emisiones y residuos generados en el mantenimiento de los edificios	4	2	1	1	0.95	1	7.6
4.4 Nivel de emisiones y residuos generados en el derribo de los edificios	4	2	1	0.95	1	1	7.6
					SUBTOTAL		7.0

Fuente: Elaboración propia

5.5.5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios, caso de estudio

Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural

De acuerdo a la descripción de los elementos que evalúa este indicador los más comunes que se detectaron en este caso de estudio fueron los gases de combustión, producidos por las diferentes maquinarias utilizadas para la manipulación de materiales de construcción de las viviendas, otro elemento que se consideró en la evaluación fue el uso de sustancias que se emplean para el uso de combustible de estos elementos mecánicos, los cuales al ser vertidos en el suelo pueden causar impactos negativos al medio ambiente.

Emisiones perjudiciales para la salud humana

Para realizar la evaluación de este indicador sustentable se consideraron los mismos elementos que el indicador anterior, debido a que fueron los elementos perjudiciales que más se detectaron en el análisis de este espacio. De acuerdo con la descripción del apartado también se pueden considerar las ondas sonoras como emisión perjudicial para la salud, estas se presentaron en gran parte durante la construcción de las viviendas debido a todas las herramientas y maquinarias que se utilizaron en este conjunto.

Numero de enfermedades de los ocupantes del edificio

Este indicador se encarga de evaluar la frecuencia con la que los usuarios de este conjunto habitacional se enferman, basándose principalmente en como el diseño de las viviendas influye a que esto suceda, en la visita de campo que se realizó se pudo conversar con algunos de los habitantes de estos espacios, los cuales destacaban el buen estado de salud que se poseían al vivir en este conjunto, esto lo atribuían al ambiente por el que estaban rodeados, a la tranquilidad y espacios verdes con los que cuentan.

Foto 23: Áreas comunes dentro del conjunto habitacional



Fuente: Elaboración propia

Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio

Los diferentes elementos que se analizan para evaluar este indicador se enfocan en el diseño de los espacios arquitectónicos, así como también el adecuado uso de los recursos naturales para el bienestar de los usuarios de estos espacios, analizando las diferentes características que demanda este indicador se califica de manera positiva ya que se cumple en gran parte con estos elementos. Al conversar con algunos habitantes de este conjunto se determina que muchos de ellos están satisfechos con las viviendas que adquirieron ya que les ofrece un gran ambiente de confort en cuestión del clima, dado que en la ciudad de Acapulco la mayoría de las viviendas convencionales deben contar con sistemas de calefacción para poder disfrutar de una temperatura agradable, en cambio en estas edificaciones la ventilación es natural. A continuación se presenta la tabla de la evaluación que se realizó a este conjunto de indicadores sustentables

Tabla 10: Evaluación de indicadores sustentables

INDICADOR SUSTENTABLE	INDICADOR EFECTIVO	COEFICIENTE					CALIFICACIÓN
		DE ESCALA (CE)	DE EFICACIA RELATIVA (CER)	DE ENTORNO ECONÓMICO (CEE)	DE ENTORNO GEOGRÁFICO (CEG)	DE ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL (CSC)	
5.1 Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural	3	2	1	1	0.95	1	5.7
5.2 Emisiones perjudiciales para la salud humana	4	2	1	1	1	0.95	7.6
5.3 Número de enfermedades de los ocupantes del edificio	4.5	2	1	1	1	0.95	8.5
5.4 Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio	4.5	2	1	1	1	1	9.0
					SUBTOTAL		7.7

Fuente: Elaboración propia

5.5.6. Disminución del mantenimiento y coste de los edificios, caso de estudio

Nivel de adecuación entre la durabilidad de los materiales y su ciclo de vida funcional

Este indicador se encarga de evaluar la durabilidad de los diferentes materiales en el conjunto habitacional, así como también se enfoca en analizar si estos elementos fueron destinados y colocados en los espacios para los que fueron diseñados. Al contemplarse estos requerimientos la calificación otorgada fue positiva debido a que se determinó que los materiales empleados en la construcción de las viviendas fueron utilizados correctamente. Por otro lado también se evaluó la durabilidad de estos elementos, en este caso se identificaron algunos materiales que poseen menos tiempo de vida funcional que otros.

Adecuación funcional de los componentes

Los materiales propuestos en la construcción deben ser utilizados de manera correcta y eficaz, se deben colocar en las áreas más aptas de las edificaciones cumpliendo con la función para la que fueron destinados, al momento de utilizar un material en una zona en la cual no tendrá ninguna funcionalidad este indicador otorgará una calificación negativa al no cumplir con los requerimientos del mismo. En el análisis de la zona de estudio se determinó que cada material empleado en las viviendas y en las áreas que conforman este conjunto habitacional fueron empleadas de forma correcta por lo cual recibió una ponderación considerablemente alta.

Recursos consumidos por el edificio en su actividad cotidiana

La descripción de este indicador presenta una serie de elementos que se deben analizar para realizar su evaluación, dentro de estos se menciona en gran parte el

uso de elementos mecánicos y tecnológicos para que la vivienda pueda funcionar correctamente día a día para el bienestar de sus ocupantes, entre estos elementos se contemplan los sistemas de enfriamiento, en este caso por el clima que presenta la zona de estudio, la vivienda que se ha estudiado no se considera una edificación de gran magnitud la cual pudiera necesitar de una gran cantidad de recursos para su correcto funcionamiento. Sin embargo se ha considerado que los espacios comunes del conjunto habitacional si necesitan de la utilización de algunos elementos mecánicos para mantener en función el tránsito de los usuarios por estas áreas.

Energía consumida por el equipamiento tecnológico del edificio

Los elementos tecnológicos con los que cuenta la vivienda de interés social que se ha estudiado exigen poco consumo de energía no renovable, ya que la obtención de este elemento se obtiene mediante el aprovechamiento de recursos naturales que no representan un gasto de energía negativo para esta evaluación, sin embargo se debe utilizar este elemento de manera correcta. Dentro de esta evaluación se han considerado también los diferentes electrodomésticos que cada vivienda puede poseer, unos de vital importancia para las necesidades cotidianas de los usuarios mientras que otros solo pueden representar un uso de energía innecesario.

Energía consumida en la accesibilidad al edificio

En la evaluación de este indicador se determinó que el uso de energía para acceder a las viviendas es nulo, ya que no se cuenta con ningún elemento tecnológico que consuma energía para poder introducirse de un espacio a otro, pero otro lado también se evaluó el uso de energía necesaria para poderse transportar del conjunto habitacional al centro urbano donde se localiza gran parte de las zonas de comercio, dependencias de gobierno así como también centros de trabajo donde

los habitantes de este conjunto se deben dirigir diariamente para realizar sus actividades cotidianas. Las distancias que se necesitan recorrer para poder transportarse a este centro urbano solo se pueden completar mediante el uso de automóvil el cual genera un uso de energía considerable por el combustible que necesita utilizar para su funcionamiento. Es por este motivo que este indicador a evaluar no ha podido obtener la máxima calificación.

Energía residual consumida por el edificio cuando no está ocupado

Al analizar los requerimientos de este indicador se determinó que la energía consumida por las viviendas mientras no están siendo ocupadas es casi nulo, ya que estas edificaciones no necesitan de elementos tecnológicos que las mantengan frescas mientras nadie las habita, la única energía consumida que se detectó en esta evaluación fue aquella que algunos de los electrodomésticos necesitan para su buen funcionamiento.

Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio

El tipo de vivienda que se ha estudiado no representa una gran necesidad de mantenimiento, esto debido a las dimensiones que posee esta construcción, las necesidades que evalúa este indicador se enfocan principalmente en la limpieza básica de pisos, ventanas, herrería, cancelería, así como también la limpieza de las diferentes áreas que conforman estas viviendas. Por otra parte se consideraron elementos externos que también necesitan mantenimiento, en este caso los paneles solares ubicados en las cubiertas de estas edificaciones, los cuales son elementos tecnológicos que necesitan de un gran cuidado para que continúen realizando la importante función para la cual fueron implementados, ya que si no se les presta la atención necesaria la vivienda se podría ver afectada.

Nivel de necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por el edificio

Este indicador se encarga de evaluar los diferentes contaminantes que llega a producir la vivienda que se estudió, en este caso se no se detectó ninguna emisión generada por la vivienda, ya que esta no ocupa de ningún elemento mecánico que pueda producir dichas emisiones. Por otro lado al evaluar los residuos que se producen por la vivienda se pudieron detectar aquellos generados por los usuarios que habitan estos espacios, denominados desechos orgánicos e inorgánicos.

Coste económico en la construcción del edificio

Al igual que el autor de esta metodología aplicada lo menciona, la construcción de este tipo de viviendas no debe representar un costo mayor al de una vivienda convencional, sino que al contrario, se debería de generar un costo menor debido al uso de materiales alternativos que se emplean para su construcción. Analizando lo anterior la vivienda de interés social sustentable que se evaluó presenta un costo casi similar que al de una vivienda convencional de este tipo, se determinó que el uso de otro tipo de materiales o sistemas constructivos no generan un costo mayor en esta edificación pero si se detectó que la implementación de elementos tecnológicos que permiten el aprovechamiento de energías renovables pueden aumentar de manera considerable el costo final de esta construcción, si bien esto suele suceder, con el paso del tiempo el valor agregado se recupera debido al ahorro de energías no renovables en la vivienda y por lo tanto también se ve reflejado en los gastos que esta generaba anteriormente.

Entorno económico y social

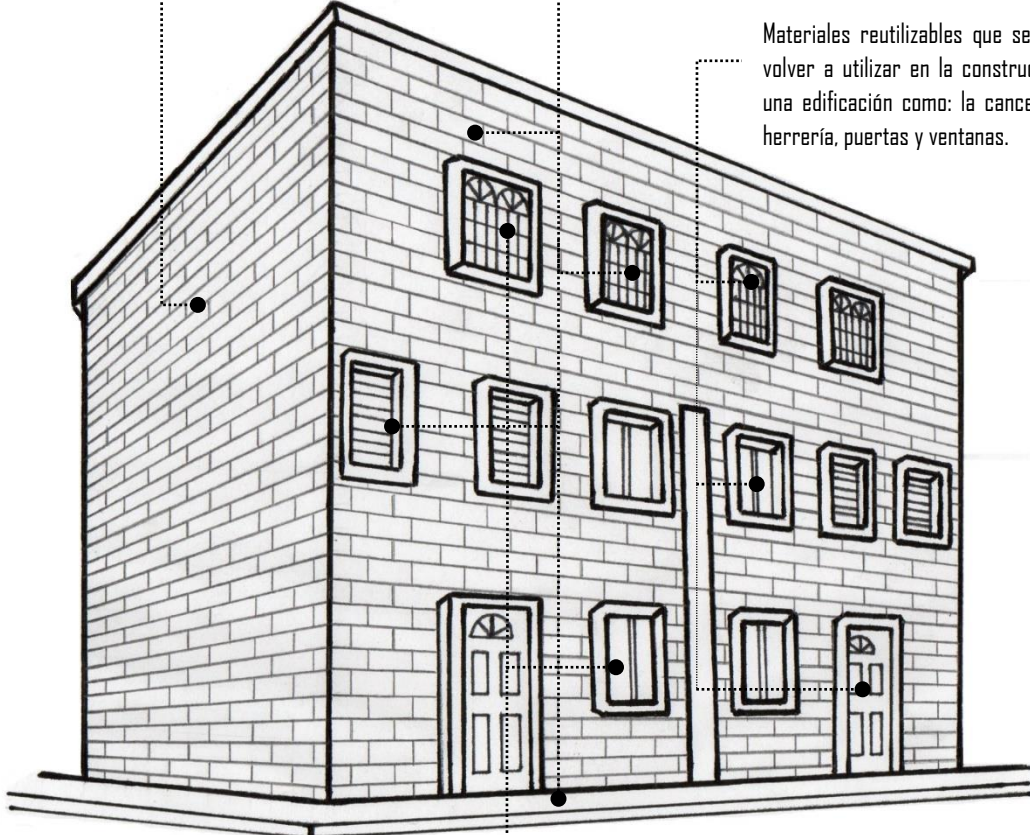
Este último indicador se evaluó de manera positiva, ya que se analizó que la propuesta arquitectónica de este tipo de viviendas con respecto al entorno donde se desarrolló no crea ninguna afectación para los pobladores ni para su economía.

Tabla 11: Evaluación de indicadores sustentables

INDICADOR SUSTENTABLE	INDICADOR EFECTIVO	COEFICIENTE					CALIFICACIÓN
		DE ESCALA (CE)	DE EFICACIA RELATIVA (CER)	DE ENTORNO ECONÓMICO (CEE)	DE ENTORNO GEOGRÁFICO (CEG)	DE ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL (CSC)	
6.1 Nivel de adecuación entre la durabilidad de los materiales y su ciclo de vida funcional	4	2	1	1	1	1	8.0
6.2 Adecuación funcional de los componentes	4	2	1	1	1	1	8.0
6.3 Recursos consumidos por el edificio en su actividad cotidiana	4	2	0.9	0.95	1	1	6.8
6.4 Energía consumida por el equipamiento tecnológico del edificio	4	2	1	0.95	1	1	7.6
6.5 Energía consumida en la accesibilidad al edificio	4	2	1	0.9	0.9	1	6.4
6.6 Energía residual consumida por el edificio cuando no está ocupado	4.5	2	1	1	1	1	9.0
6.7 Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio	4	2	1	1	1	1	8.0
6.8 Nivel de necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por el edificio	4	2	1	1	1	1	8.0
6.9 Coste económico en la construcción del edificio	4	2	1	1	1	1	8.0
6.10 Entorno social y económico	4.5	2	1	1	1	1	9.0
					SUBTOTAL		7.8

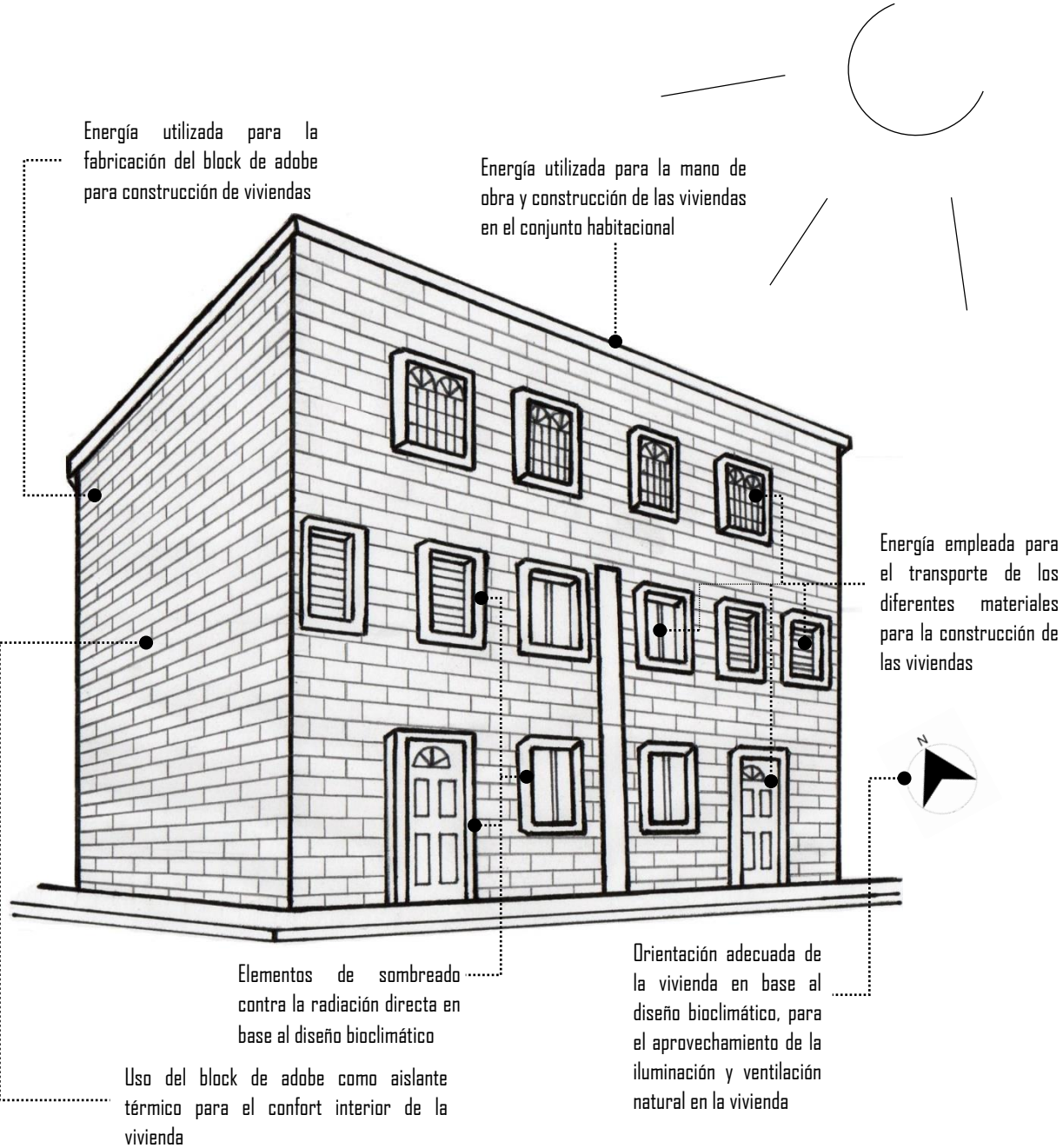
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Resumen de la evaluación de los indicadores sustentables.

Indicador Sustentable	Elemento que evalúa el indicador	Elemento que se evalúo en caso de estudio	Esquema de elementos que se evaluaron
1.1. Nivel de utilización de recursos naturales	Este indicador evalúa los recursos naturales que se utilizarón o se deban utilizar en la construcción.	Se evalúo la utilización del tepetate, elemento natural que se ocupó para la producción del block de adobe que se utilizó en la construcción de la vivienda.	 <p data-bbox="1849 510 2181 635">Utilización de recursos naturales para fabricación de block de adobe, principalmente el tepetate, entre otros agregados utilizados en la construcción.</p> <p data-bbox="2520 465 2884 620">Materiales considerados duraderos en la construcción de la vivienda como: el block de adobe, la herrería de las ventanas, la cancelería, puertas, los diferentes acabados tanto interiores como exteriores.</p> <p data-bbox="2635 673 2961 798">Materiales reutilizables que se pueden volver a utilizar en la construcción de una edificación como: la cancelería, la herrería, puertas y ventanas.</p> <p data-bbox="1930 1477 2315 1568">Materiales que se pueden reciclar en la vivienda como: el vidrio en ventanas, herrería, el plástico desechado por los usuarios.</p>
1.2. Nivel de utilización de materiales duraderos	Este indicador evalúa los materiales duraderos que se utilizarón o se deban utilizar en la construcción.	El block de adobe, acabados como: loseta, azulejo, herrería y cancelería, fueron los elementos que se consideraron para la evaluación de este indicador.	
1.3. Nivel de utilización de materiales recuperados	Este indicador evalúa los materiales recuperados a los cuales se les destina una nueva utilidad que se utilizarón o se deban utilizar en la construcción.	El material que se evalúo fue la utilización de las rocas de la zona para la construcción de muros de contención.	
1.4. Nivel de utilización de materiales reutilizables	Este indicador evalúa los materiales reutilizables o reutilizados que se hayan o se deban implementar en la construcción.	En este indicador se evalúo el elemento del apartado anterior, debido a que es el material que mas destaca del proyecto.	
1.5. Capacidad de reutilización de los materiales utilizados	Este indicador evalúa la cantidad de veces que un material puede volver a utilizarse en la construcción con la misma o diferente funcionalidad que tenía.	Los materiales que se consideraron como reutilizables para esta evaluación fueron: los acabados, la herrería, la cancelería, puertas y ventanas.	
1.6. Capacidad de reparación de los materiales utilizados	Este indicador evalúa la cantidad de veces que un material se puede reparar para poder ser utilizado nuevamente en la construcción.	Los elementos que se consideraron con alto nivel de reparación en la construcción fueron: la herrería de puertas y ventanas, y acabados.	
1.7. Nivel de utilización de materiales reciclados	Este indicador evalúa los diferentes materiales reciclados que se utilizarón o se deban utilizar en la construcción.	Los materiales que se evaluaron como elementos reciclados o que se pueden reciclar son: el vidrio, la herrería, la cancelería, neumáticos y botellas de plástico.	
1.8. Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados	Este indicador evalúa la cantidad de veces que un material en la construcción puede ser reciclado.	Este indicador evalúo la cantidad de veces que los materiales del apartado anterior se pueden reciclar.	
1.9. Nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados	Este indicador evalúa el aprovechamiento de los recursos disponibles que se utilizaron en la construcción.	Los elementos que se evaluaron fueron los recursos naturales y artificiales implementados en la construcción de las viviendas así como también en los diferentes espacios del conjunto habitacional.	

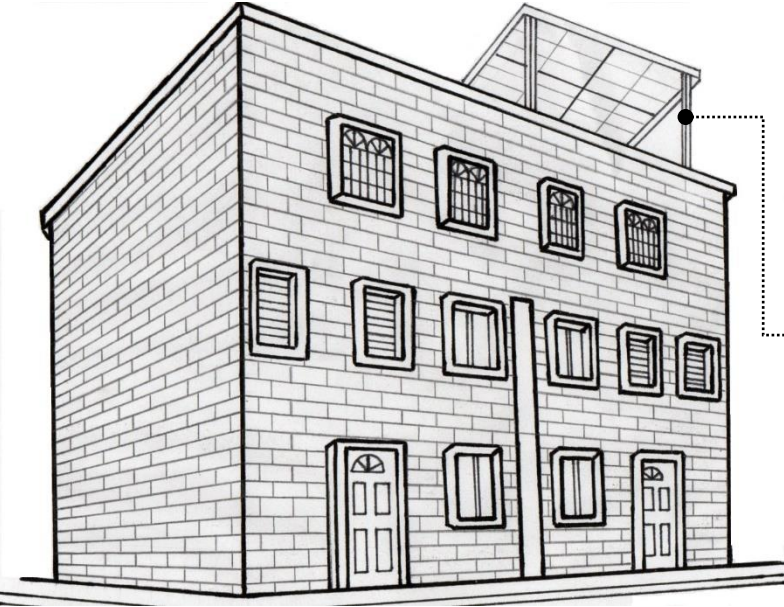
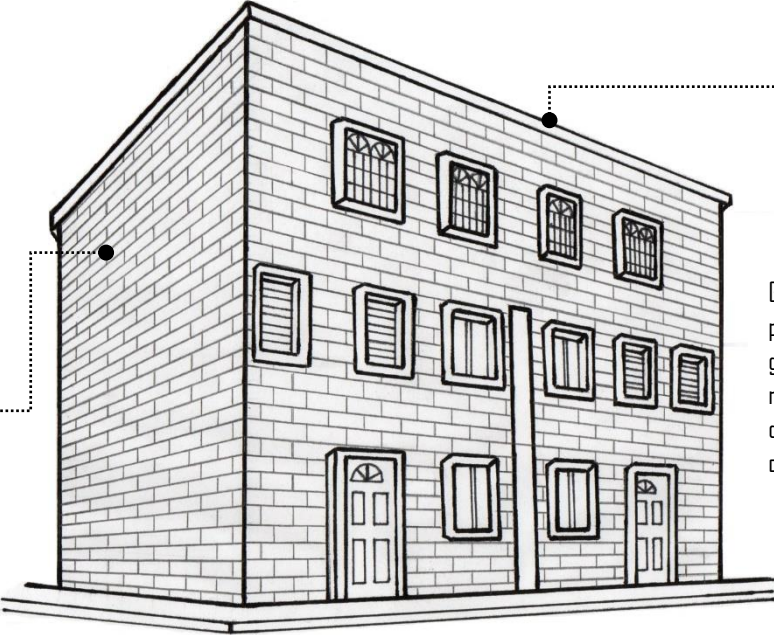
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Resumen de la evaluación de los indicadores sustentables.

Indicador Sustentable	Elemento que evalúa el indicador	Elemento que se evalúo en caso de estudio	Esquema de elementos que se evaluaron
2.1. Energía utilizada en la obtención de materiales	Este indicador evalúa la cantidad de energía que se implemento para fabricar un material utilizado en la construcción.	El uso de maquinaria para extraer el material para la fabricación del block de adobe fue lo que pricipalmente se evalúo.	 <p>Energía utilizada para la fabricación del block de adobe para construcción de viviendas</p> <p>Energía utilizada para la mano de obra y construcción de las viviendas en el conjunto habitacional</p> <p>Energía empleada para el transporte de los diferentes materiales para la construcción de las viviendas</p> <p>Elementos de sombreado contra la radiación directa en base al diseño bioclimático</p> <p>Orientación adecuada de la vivienda en base al diseño bioclimático, para el aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural en la vivienda</p> <p>Uso del block de adobe como aislante térmico para el confort interior de la vivienda</p>
2.2. Energía consumida en el transporte de los materiales	Este indicador evalúa la cantidad de energía que se utilizó para transportar los materiales utilizados.	En este apartado se evalúo también el uso de maquinaria, en este caso para tranposrtar materiales que no se encontraban en la zona.	
2.3. Energía consumida en el transporte de la mano de obra	Este indicador evalúa la cantidad de energía que se empleo para tranportar la mano de obra que se utilizó en la construcción.	La mano de obra mas indispensable se pudo encontrar en la zona del desarrollo, se evaluó la energía que se se empleo para tranportar mano de obra especializada de otro lugar.	
2.4. Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio	Este indicador evalúa la cantidad de energía que se aplicó en la construcción de cierta edificación.	Se evaluó la energía empleada para la construcción de la gran cantidad de viviendas en este conjunto habitacional.	
2.5. Energía consumida por el edificio a lo largo de su vida útil	Este indicador evalúa la cantidad de energía que consume una edificación a lo largo de su vida útil, esto en base al diseño arquitectónico.	Se evaluó el uso de energía no renovable que se considera utilizará la vivienda en el tiempo de vida que sea funcional.	
2.6. Nivel de adecuación tecnológico para la satisfacción de necesidades humanas	Este indicador evalúa el correcto funcionamiento de las tecnologías implementadas en la edificación con respecto a las necesidades del usuario.	El cumplimiento de la función de las tecnologías empleadas para el bienestar del usuario dentro de la vivienda fue lo que se evaluó.	
2.7. Eficacia energética del diseño arquitectónico bioclimático	Este indicador evalúa la reducción del consumo energético en la edificación en base a su diseño bioclimático.	El ahorro de energía en base al buen diseño bioclimático que posee la vivienda fue lo que se evaluó.	
2.8. Nivel de inercia térmica del edificio	Este indicador evalúa la inercia térmica que presenta la edificación, la cuál disminuye el consumo energetico.	Se evaluó el confort dentro de la vivienda con respecto a la temperatura, en base a los materiales de construcción empleados.	
2.9. Energía consumida en el proceso de derribo o desmontaje del edificio	Este indicador evalúa la energía que se nesesaría para derribar la edificación en caso de ser necesario.	Considerando que las viviendas se tuvieron que derribar, se analizo y evaluó la cantidad de energía que se utilizaría para realizar esta acción.	

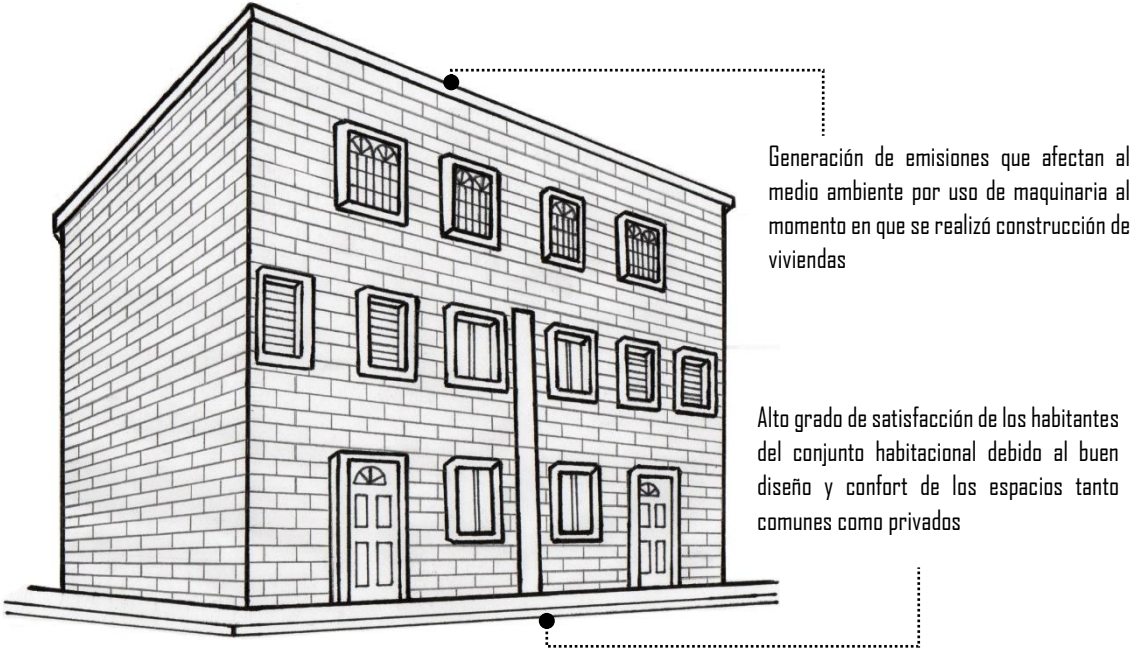
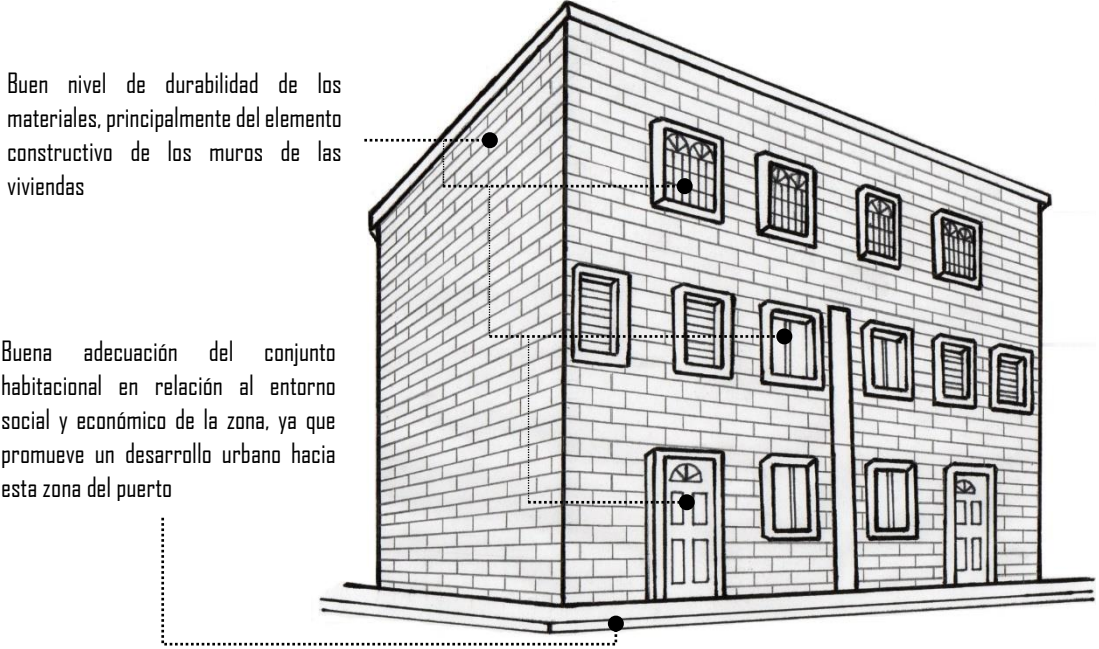
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resumen de la evaluación de los indicadores sustentables.

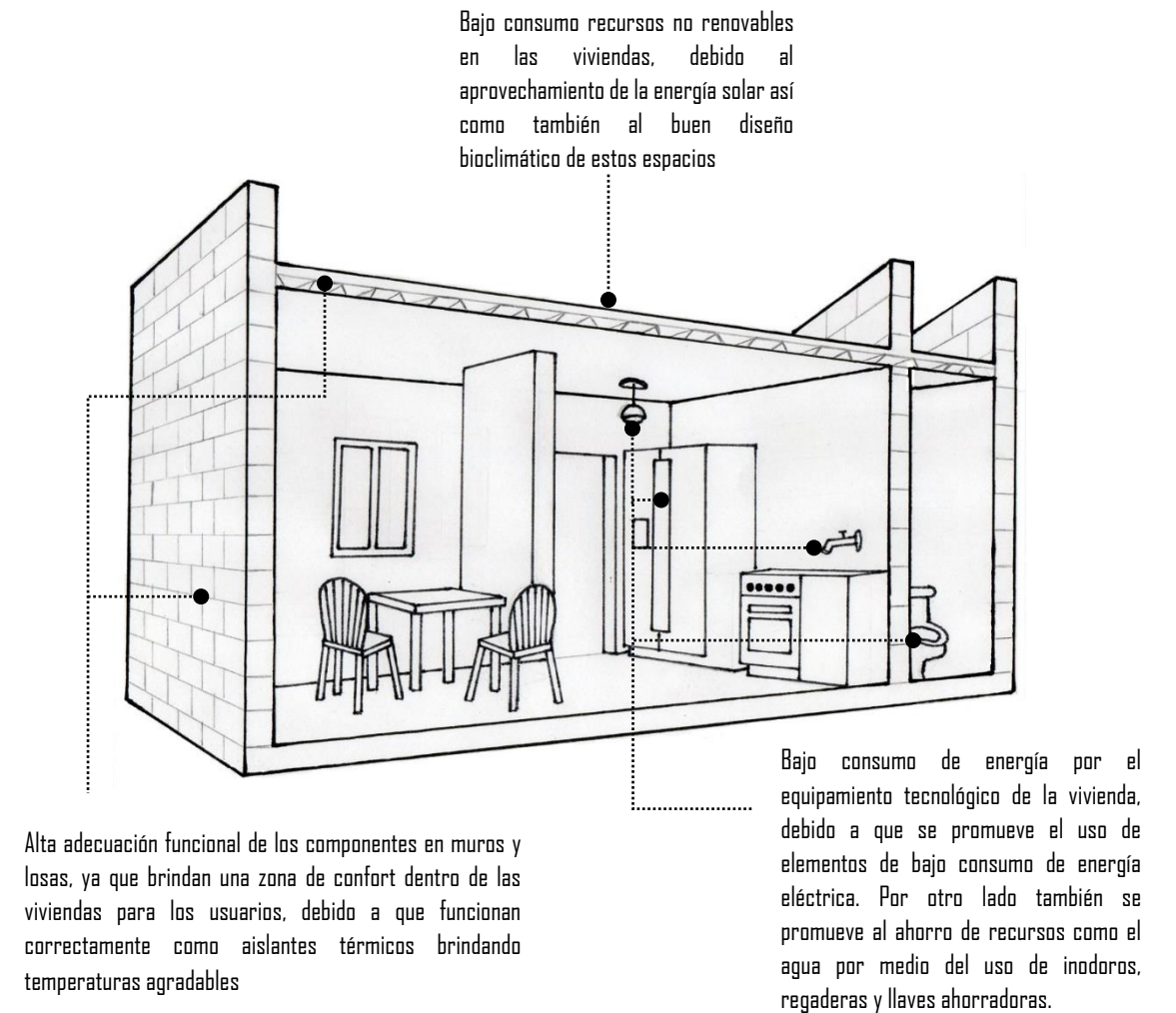
Indicador Sustentable	Elemento que evalúa el indicador	Elemento que se evaluó en caso de estudio	Esquema de elementos que se evaluaron
3.1. Nivel de utilización tecnológica a base de energía solar	Este indicador evalúa el uso de tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar en beneficio de la edificación.	El elemento tecnológico que se evaluó fue el uso de celdas fotovoltaicas para generar energía eléctrica en las viviendas.	 <p data-bbox="2697 586 2868 808">Uso de celdas fotovoltaicas para el aprovechamiento del sol para generar energía eléctrica dentro de las viviendas</p>
3.2. Nivel de utilización tecnológica a base de energía geotérmica	Este indicador evalúa el uso de tecnologías para el aprovechamiento de la energía geotérmica en beneficio de la edificación.	En este caso no existe tecnología alguna para el aprovechamiento de la energía geotérmica, se evaluó este indicador en base a las factibilidad que presenta el conjunto habitacional para aprovechar este tipo de energía en un futuro.	
3.3. Nivel de utilización tecnología a base de energías renovables por el ecosistema natural	Este indicador evalúa el uso de tecnologías para el aprovechamiento de otro tipo de energías renovables aparte de la solar y geotérmica.	Al igual que el apartado anterior, este indicador se evaluó considerando las características que posee el conjunto habitacional para aprovechar otros tipos de energías renovables en un futuro.	
4.1. Nivel de emisiones y residuos generados en la obtención de materiales de construcción	Este indicador evalúa las emisiones y residuos que se llegan a generar para la obtención de cierto material utilizado en la edificación.	Los emisiones que generó la maquinaria utilizada para fabricar el block de adobe que se utilizó para la construcción de las viviendas fue lo que se evaluó.	 <p data-bbox="1790 1372 1945 1554">Generación de emisiones por uso de maquinaria al momento de la fabricación del block de adobe</p> <p data-bbox="2691 1352 2899 1534">Generación de emisiones por uso de maquinaria y generación residuos de materiales al momento en que se realizó la construcción de viviendas</p>
4.2. Nivel de emisiones y residuos generados en el proceso de construcción	Este indicador evalúa las emisiones y residuos que se llegan a generar durante la construcción de la edificación.	Al igual que el indicador anterior, en este caso se evaluaron las emisiones y residuos que pudo generar la diferente maquinaria utilizada en la construcción de las viviendas.	
4.3. Nivel de emisiones y residuos generados en el mantenimiento de los edificios	Este indicador evalúa las emisiones y residuos que se llegan a generar en el mantenimiento de la edificación, la cantidad de estos elementos se evalúa en base al diseño arquitectónico.	En el mantenimiento de las viviendas solo se consideraron para su evaluación los diferentes tipos de residuos que genera el humano al realizar sus actividades cotidianas.	
4.4. Nivel de emisiones y residuos generados en el derribo de los edificios	Este indicador evalúa las emisiones y residuos que se llegarían a generar en caso de realizar el derribo de la edificación, la generación de estos elementos se considera en base al uso materiales en la construcción.	En caso llegar a derribar las viviendas se consideraron para la evaluación las emisiones que generaría la maquinaria para realizar esta acción, así como también se consideró como residuo la generación de material de escombros.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Resumen de la evaluación de los indicadores sustentables.

Indicador Sustentable	Elemento que evalúa el indicador	Elemento que se evaluó en caso de estudio	Esquema de elementos que se evaluaron
5.1. Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural	Este indicador evalúa las emisiones que afectan al medio ambiente en el momento de realizar la construcción de la edificación.	Las emisiones que se evaluaron como aquellas que afectan al medio ambiente fueron las que se produjeron por el uso de los diferentes combustibles utilizados en la maquinaria para construcción de las viviendas.	 <p>Generación de emisiones que afectan al medio ambiente por uso de maquinaria al momento en que se realizó construcción de viviendas</p> <p>Alto grado de satisfacción de los habitantes del conjunto habitacional debido al buen diseño y confort de los espacios tanto comunes como privados</p>
5.2. Emisiones perjudiciales para la salud humana	Este indicador evalúa las emisiones que afectan la salud humana al momento en que se construye la edificación.	Las emisiones que produjo la maquinaria utilizada también se consideraron para evaluar este apartado, así como también el sonido y producción de polvo que generó.	
5.3. Número de enfermedades de los ocupantes del edificio	Este indicador evalúa la cantidad de enfermedades que los usuarios pueden desarrollar al habitar la edificación, debido al uso de cierta tecnología o material constructivo.	Las enfermedades que se pudieran generar en este conjunto habitacional son mínimas y no graves debido al buen ambiente de estos espacios.	
5.4. Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio	Este indicador evalúa el confort y bienestar del usuario de la edificación en base al diseño arquitectónico de la edificación.	El confort que se evaluó en este indicador se realizó considerando el diseño de las viviendas así como también los espacios comunes de este conjunto habitacional.	
6.1. Nivel de adecuación entre la durabilidad de los materiales y su ciclo de vida funcional	Este indicador evalúa la durabilidad de los materiales utilizados en la construcción de la edificación	La durabilidad del material que se utilizó en mayor cantidad en la construcción de las viviendas se evaluó con respecto a los materiales menos duraderos y en menor cantidad.	 <p>Buen nivel de durabilidad de los materiales, principalmente del elemento constructivo de los muros de las viviendas</p> <p>Buena adecuación del conjunto habitacional en relación al entorno social y económico de la zona, ya que promueve un desarrollo urbano hacia esta zona del puerto</p>
6.2. Adecuación funcional de los componentes	Este indicador evalúa la utilización adecuada de los materiales en la edificación, donde estos cumplan con su función destinada.	La evaluación de los materiales en este indicador cumplen con la función a la que fueron destinados en las zonas donde deben ser utilizados.	
6.3. Recursos consumidos por el edificio en su actividad cotidiana	Este indicador evalúa los diferentes recursos que la edificación consume al ser habitado.	Los recursos que se evaluaron para que la vivienda funcionara correctamente fueron mínimos ya que gran parte de la energía utilizada es por medio de recursos naturales.	
6.4. Energía consumida por el equipamiento tecnológico del edificio	Este indicador evalúa la energía que se consume en la edificación debido al uso de las diferentes tecnologías instaladas.	Si bien gran cantidad de energía destinada a la vivienda es producida por medio del aprovechamiento del sol, se evaluó la energía que los diferentes electrodomésticos deben consumir.	

6.5. Energía consumida en la accesibilidad al edificio	Este indicador evalúa la energía que se necesita para acceder a la edificación.	Ingresar a las viviendas no requiere de energía mecánica alguna, sin embargo se evalúo la energía necesaria para tranportarse al conjunto habitacional.
6.6. Energía residual consumida por el edificio cuando no está ocupado	Este indicador evalúa la energía que consume la edificación al no ser habitada en cierto lapso de tiempo.	La cantidad de energía que se evalúo en las viviendas mientras no están habitadas fue aquella utilizada por electromediscos que necesitan de ella las 24 horas para su correcto funcionamiento.
6.7. Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio	Este indicador evalúa la constancia con la que se debe dar mantenimiento a la edificación.	El mantenimiento necesario de la vivienda que se evalúo fue minimo debido a que no son espacios de gran magnitud.
6.8. Nivel de necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por el edificio	Este indicador evalúa el tratamiento necesario que se le debe dar a las emisiones y residuos producidos en la edificación.	Los elementos que se evaluaron en este indicador fueron los residuos que generan los usuarios de estas viviendas, a los que algunos se les debe dar el correcto tratamiento para ser reciclados.
6.9. Coste económico en la construcción del edificio	Este indicador evalúa los costos que se tuvieron que emplear para la contrucción de la edificación.	El costo de la construcción de este tipo de viviendas se eleva un poco con respecto al de una vivienda convencional debido al tipo de materiales y tecnologías que se utilizan.
6.10. Entorno social y económico	Este indicador evalúa la adecuación del la edificación analizando su diseño con respecto al entorno económico y social de la zona donde se construyo.	La evaluación de este indicador se realizó analizando la propuesta arquitectónica de la vivienda con respecto a la economía y los habitantes de la zona donde se construyó este conjunto habitacional.



Fuente: Elaboración propia

5.6. Resultados finales

Con la evaluación de cada uno de los indicadores sustentables que se describieron a lo largo de este capítulo, de fueron asignando valores a cada uno de ellos para así llegar a un subtotal por cada grupo de indicadores como se clasificaron en las tablas que se presentaron anteriormente. Los subtotales de estos grupos de indicadores se sumarán y de dividirán entre el número de grupo de indicadores que el autor propone es esta metodología, los cuales se dividen en 6 grupo, el resultado final que se obtuvo como se mencionó anteriormente oscilara entre un rango de valor numérico “2” y “9”, tomando el dos como un bajo grado de sustentabilidad y el 9 como máximo grado de sustentabilidad en el elemento que se evaluó. Los valores que se obtuvieron al realiza esta evaluación a la vivienda de interés social sustentable en el conjunto habitacional Pedregal de Cantaluna son:

Tabla 16: Evaluación Final

INDICADOR SUSTENTABLE	SUBTOTAL
1. Optimización de recursos naturales y artificiales	7.2
2. Disminución del consumo energético	7.9
3. Fomento de fuentes energéticas naturales	8.4
4. Disminución de residuos y emisiones	7.0
5. Aumento de la calidad de vida de los edificios	7.7
6. Disminución del mantenimiento y coste de los edificios	7.8
TOTAL	7.6

Fuente: Elaboración propia

La calificación final que se obtuvo dentro de la evaluación para determinar el grado de sustentabilidad en la vivienda de interés social que se estudió en este trabajo de investigación obtuvo el valor de 7.6, el cual es un resultado muy favorable tomando en cuenta el rango de escala que se manejó en esta metodología aplicada, el no haber obtenido una calificación más alta se debe a que no solo se contempló la relación del elemento arquitectónico con el medio ambiente sino también su impacto en el aspecto social, económico y cultural.

Conclusiones

En las últimas décadas la sustentabilidad ha jugado un papel importante en el desarrollo de la arquitectura para crear mejoras en el diseño de las diferentes edificaciones, promoviendo en gran parte la implementación del diseño bioclimático, el cual se enfoca en aprovechar al máximo los diferentes recursos naturales que ofrece la zona donde se vaya a construir, esto, por un lado permite realizar mejoras con lo que respecta al medio ambiente, mediante el uso de la energía solar, el aprovechamiento de los vientos dominantes y de la topografía, elementos constructivos que eviten el asoleamiento en la construcción, entre otras acciones para mejorar el confort de los usuarios así como también reducir el uso de energías no renovables dentro de la vivienda, otro de los recursos al que se trata de dar un uso adecuado dentro de la sustentabilidad es el agua, por medio de la captación de las precipitaciones pluviales y la colocación de elementos en las viviendas que permitan el ahorro de este elemento vital.

Si bien la sustentabilidad enmarca una gran importancia al cuidado del medio ambiente, existen otros dos factores que se deben tomar en cuenta para su correcta aplicación como lo establece su misma definición, los cuales son el factor económico y el factor social, con lo que respecta al factor económico dentro de la arquitectura, en lo que más se ha enfocado mayormente este aspecto es en reducir el costo en las edificaciones por medio del uso de materiales alternativos que sean de igual o mayor calidad y durabilidad que los convencionales pero que representen un ahorro en el desarrollo de las construcciones y que al mismo tiempo protejan al medio ambiente al no crear un impacto negativo en él, otro de los beneficios al aplicar este factor es la reducción de costos con lo que respecta al uso de energías no renovables, esto por medio de la colocación de elementos tecnológicos en las viviendas, estos se enfocan principalmente en aprovechar el uso de la energía solar, el uso de elementos que tengan un consumo menor de energía no renovable, así como también aquellos que ahorren recursos renovables como lo es el agua.

En cuanto al factor social en la arquitectura, a lo que se le ha dado mayor enfoque al aplicar este aspecto, es en crear zonas de gran confort para los usuarios dentro y fuera de las viviendas, esto mediante un buen diseño arquitectónico así como también urbano, los espacios que se crean bajo el término sustentable deben de ser construcciones en donde las personas que los habiten puedan realizar sus actividades cotidianas sin ningún problema, con esto se entiende que los espacios a construir se deben ubicar en zonas aptas y dotadas de todos los servicios para que funcionen a la perfección, así como también deben ser espacios a los que se pueda acceder fácilmente.

En base a todo lo que se mencionó anteriormente es que se realizó la evaluación a la vivienda de interés social sustentable propuesta en este trabajo de investigación, para evaluar los indicadores de la metodología aplicada, se tomó en cuenta la información de los factores que influyen a que cierto elemento sea sustentable, se calificaron los diferentes indicadores analizando si cumplen o no y hasta que nivel, con los requerimientos que demanda cada uno de estos. Dentro de las herramientas que se tomaron en cuenta para esta evaluación también se contemplaron los coeficientes que se explican en el último capítulo, estos juegan un papel importante para la calificación final de cada indicador, debido a que, aunque se cumpla con lo establecido, se debe analizar si lo propuesto o construido se desarrolla en un entorno económico y geográfico adecuado. Al término de haber analizado y evaluado lo antes mencionado se obtuvo una calificación final por cada indicador, realizando después la suma general de estos valores para la obtención del resultado final que determina el grado de sustentabilidad que se busca dar a conocer por medio de este trabajo.

Al obtener el resultado final se realizó un análisis del mismo, donde, se determinó que la vivienda de interés social que se evaluó en este trabajo obtiene una buena ponderación en cuanto a las calificaciones obtenidas en cada uno de los indicadores sustentables, destacando más el indicador que evalúa el fomento de fuentes

energéticas naturales y el indicador que evalúa la optimización de recursos naturales, debido al buen diseño bioclimático que presenta el espacio arquitectónico que se planteó, por otro lado también el uso de materiales juega un papel importante para esta evaluación, debido a que el material de construcción que predomina en la vivienda de este conjunto habitacional se obtuvo en gran cantidad de la zona donde está ubicado, este elemento fue el tepetate el cual se mezcló con otros agregados para obtener blocks de adobe industrializado, los cuales se ocuparon para la construcción de los muros de todas las viviendas.

Otro de los indicadores que destaca por obtener calificaciones altas es el que evalúa la disminución del consumo energético, esto se debe al buen aprovechamiento de los recursos y energías renovables, permitiendo así que la vivienda en gran parte del día se mantenga iluminada y ventilada naturalmente, en la visita de campo que se realizó a este conjunto habitacional se observó que dichas construcciones no cuentan con instalaciones de aire acondicionado y solo unas pocas poseen ventiladores de techo; la energía eléctrica que se ocupa para satisfacer las necesidades de los usuarios en estos espacios es mínima ya que se cuenta con celdas solares que generan gran parte de la energía que se suministra en este conjunto habitacional.

Atendiendo el tema de los recursos naturales, aquel que tiene un mayor aprovechamiento en este espacio a parte del sol, es el agua; en el desarrollo del diseño de este conjunto se aprovechó la topografía del lugar para construir una serie de canales, los cuales permiten la captación del agua de lluvia que es encausada y posteriormente almacenada en un lugar determinado, el uso destinado a este elemento es para el riego de zonas de cultivo que se crearon en diferentes puntos del conjunto para que los mismos habitantes tengan espacios de esparcimiento y recreación.

Determinando los puntos débiles en esta evaluación, los indicadores que se identificaron con calificaciones bajas fueron algunos pertenecientes al grupo de optimización de recursos artificiales, esto debido a que al analizar el elemento de estudio se determinó que la existencia del uso de materiales recuperados y la utilización de materiales reutilizables es muy baja en las construcciones, solo se encontraron algunos de estos elementos en el exterior del conjunto habitacional como, el uso de llantas para emplearlas como jardineras o la reutilización de botellas de plástico para crear mobiliario urbano como lo son los contenedores de basura, pocos detalles como estos fueron los que se pudieron localizar para evaluar estos indicadores, es por este motivo que no se pudo obtener una evaluación más alta en dichos indicadores.

Por otra parte existen algunos indicadores que no se calificaron de manera baja pero tampoco obtuvieron la calificación perfecta, como investigador de este tema es necesario aclarar los motivos por cuales se presentó esta situación debido a que, a estos dos indicadores se les determino un gran valor de importancia para realizar esta evaluación, unos de los indicadores fue la energía consumida en la accesibilidad del edificio, si bien el acceso a las viviendas dentro del conjunto habitacional no presenta ninguna dificultad, si se identificó que el acceso para llegar a este conjunto presenta un considerable uso de energía por la ubicación de este lugar, ya que se encuentra retirado del centro urbano donde los habitantes se deben transportar diariamente para realizar sus diferentes actividades cotidianas.

El otro indicador de gran importancia fue el coste económico en la construcción del edificio, debido a que cuando se habla de una vivienda sustentable se considera que el costo inicial de esta será muy elevado con respecto al de una vivienda convencional por los diferentes elementos empleados para la disminución de energías no renovables pero con el paso del tiempo esta inversión inicial se ve reflejada en el ahorro de dicha energía, la vivienda que se evaluó no fue la excepción

debido a que también se elevaron los gastos al emplear los elementos antes mencionados en estos espacios, pero debido a que organismos institucionales encargados de otorgar créditos para la obtención de una vivienda han creado programas de vivienda sustentable se ha podido reducir este costo mediante el otorgamiento de subsidios a la población que decidan adquirir específicamente este tipo de espacios sustentables.

Por todo lo anterior se concluye que al momento de desarrollar cualquier tipo de edificación denominada “sustentable” se deben aplicar este tipo de metodologías para analizar los requerimientos que se deben de cumplir para alcanzar el máximo grado de sustentabilidad en la edificación a construir, en este caso la vivienda, la cual es el espacio en donde el humano realiza sus actividades vitales día a día. También por otro lado las instituciones encargadas de ofertar este tipo de viviendas a la población deben de ofrecer información clara y correcta sobre las especificaciones que poseen estos espacios, los beneficios que conllevará al adquirir una vivienda sustentable por encima de una vivienda convencional, estas mismas instituciones se deben de encargar en educar a la población con respecto a este tema, dado que, al habitar esto espacios se deben tomar medidas para continuar contribuyendo con este desarrollo sustentable.

Se debe crear un verdadero equilibrio en los diferentes factores que conforman la sustentabilidad, debido a que, se ha enfocado demasiado en el tema de la protección de medio ambiente, es de suma importancia pero ya que se ha logrado establecer diferentes medidas para lograr esto, se deberían crear e implementar nuevas acciones que beneficien los otros dos factores; dentro de las mejoras medioambientales en parte también se incluyen mejoras en el aspecto económico con respecto a la reducción de costo en los elementos de construcción y el gasto que genera la vivienda al ser utilizada, en cuanto a lo económico se debe enfocar ahora en lo relacionado a poder hacer que los programas de vivienda sustentable sean más accesibles para la población y que los créditos que se otorguen puedan

ser algo que se logre liquidar de manera fácil, de la misma manera se deben crear acciones que se enfoquen ahora en el aspecto social, esto con respecto al lugar donde se ubiquen los conjuntos habitacionales que oferten estas viviendas, se deben localizar en zonas cercanas a los perímetros urbanos establecidos por los programas de vivienda de este tipo. Por último, para lograr que la construcción de edificaciones sean lo más sustentable posible, se deben crear más políticas dentro del sector vivienda de interés social que encaminen la aplicación adecuada de este término, estas políticas deben exigir grados de sustentabilidad que definan el nivel de beneficios que genera a la población y al medio que los rodea el poder construir y adquirir espacios de este tipo.

BIBLIOGRAFÍA

- **Acosta, Domingo y Cilento, Alfredo (2008).** Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo.
- **Acciones de Mitigación Nacionalmente apropiadas NAMA (2012).** Comisión Nacional de Vivienda
- **Alderete, Cesar. (2009).** Vivienda de interés social. Universidad Veracruzana, RUA.
- **Arredondo, C. y Reyes E. (2013).** Manual de vivienda sustentable, principios básicos de diseño. México: Trillas.
- **Ballén Zamora, Sergio Alfonso (2009).** Vivienda social en altura: Tipologías urbanas y directrices de producción en Bogotá. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- **Barrios, Dulce María y Ramos García. (2010).** Manual normativo para el desarrollo de vivienda sustentable de interés social en México. Plaza y Valdés editores.
- **Camacho, M. (2007).** Diccionario de arquitectura y urbanismo. México: trillas.
- **Castellanos, Carmelo (2015).** La expansión territorial de Acapulco y el uso inadecuado del suelo, derivado de las políticas de planeación urbana
- Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA, 2015).
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2012).

- Comisión Nacional de Vivienda, Código de Edificación de Vivienda, Ed. CONAVI (2007), México.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2012)
- Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables (2008). CONAVI
- Diario Oficial, Secretaria de Energía, primera edición, (2009)
- **De Garrido, Luis (2012).** Un nuevo paradigma en arquitectura. Editorial Monsa.
- **Ducci, María Elena. (2012).** Conceptos básicos de urbanismo, forma y estructura de la ciudad, la administración de la ciudad, geografía urbana. México: Trillas.
- **Duran, Hugo Alberto. (2008).** Vivienda de Interés Social en la Arquitectura. Instituto Politécnico Nacional.
- EuropeAid. Cambio climático en América Latina. AGRIFOR Consult (2009).
- **Fathy, Hassan. (1994).** Architecture and environment, Desert architecture III: Building a sustainable future.
- Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO, 2016).
- **García, Beatriz. (2010).** Vivienda social en México (1940-1999). UNAM
- **García Espejel, Antonio. (1975).** El medio natural como marco para el desarrollo urbano, Neoclima urbano, México, UNAM.

- **Guzmán, V. (2013).** Revivir la vivienda de México, cosas de casas y autoproducción. México DF: UAM.
- **Guía de evaluación de vivienda sustentable (2019).** Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)
- **Holahan, Charles (2014).** Psicología ambiental: un enfoque general. México: Limusa.
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT, 2009).
- **Jiménez Martínez, A. J. (2005).** Desarrollo turístico y sustentabilidad: el caso de México. Universidad del Caribe/Miguel Ángel Porrúa, México.
- **Lereño, Vicente. (1992).** Apuntes para la Historia de la Vivienda Obrera en México. INFONAVIT
- Ley para el aprovechamiento Sustentable de la Energía, Cámara de diputados (2008)
- Ley de vivienda, Cámara de diputados (2006)
- **López, Victor Manuel. (2012).** Sustentabilidad y desarrollo sustentable., origen precisiones y metodología operativa. México: Trillas.
- **Manual de vivienda integral, vivienda sustentable (2012).** Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT)
- **Martí Capitanachi, Daniel Rolando (2009).** Red Universitaria Latinoamericana de Cátedras de Vivienda.

- **Oviedo Hernández, Mario (2007).** Medio ambiente y arquitectura mexicana
- **Pardo, María del Carmen y Velazco Sánchez, Ernesto (2010).** El proceso de modernización en el INFONAVIT
- Petróleos Mexicanos (PEMEX, 2016)
- **Pezzey, Jhon (1992).** Sustainable development concept. An economic analysis.
- **Plazola. (2001).** Enciclopedia de arquitectura. Plazola editores.
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012
- Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía PRONASE (2010)
- Programa Sectorial de Vivienda, Diario Oficial de la Federación (2001-2006)
- **Rostvik, H. (1992).** The Sunshine Revolution, Stavanger, SUNLAB Publishers
- **Sánchez, Javier. (2012).** La Vivienda “Social” en México Pasado – Presente - Futuro. México.
- Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)
- **Salinas Chávez, Eduardo; Middleton, John. (1998).** La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina
- **Sistemas Integrales de Gestión Ambiental (2007).** Presidencia de la Republica

- **Sosa, María Eugenia y Siem, Geovanni (2005).** Simulación del comportamiento térmico de viviendas de bajo costo
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015)
- Universidad Autónoma de México (UNAM, 2016).
- **Unión Mundial para la Naturaleza (1991).** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- **Urban land institute. (2003).** Making the business case for high performance Green buildings, U. S. green building council
- **Varios autores. (2006).** El pequeño Larousse. Editorial Larousse, México.
- **Vargas Sánchez, Gustavo. (2006).** Introducción a la teoría económica: un enfoque latinoamericano, Pearson.