

**Metodología para determinar
criterios e indicadores para
seleccionar las tecnologías
de adecuación bioclimática
para vivienda sustentable**

**Methodology for determining
criteria and indicators
for selecting appropriate
bioclimatic technologies
for sustainable housing**

Mtro. Francisco Alvarez Partida

Resumen

Se presenta una metodología desarrollada para la selección participativa de tecnologías de adecuación bioclimática para la vivienda sustentable, con base en los criterios, indicadores para la sustentabilidad, que se manejan a nivel mundial, pero adaptados al caso de México, la selección de la tecnología se realiza mediante una técnica de decisión multicriterial, en donde las personas involucradas en la selección (técnicos, profesionistas, empresas, gobierno, y usuarios en general) ponderan por separado o por consenso, el valor dado a los criterios de evaluación de cada dimensión, pero el peso de cada una de las dimensiones de la sustentabilidad permanece balanceado. Esta metodología se aplica en un estudio de caso de vivienda en Tepic, Nayarit, en el que previamente se realizó un análisis bioclimático para determinar las estrategias de adecuación, una de las cuales fue el aislamiento térmico. La investigación muestra aplicación de la metodología desarrollada, para seleccionar la opción de tecnología más sustentable. Se concluye con los resultados de la aplicación del método, sobre las aportaciones logradas, elementos a mejorar y prospectiva de la investigación.

Abstract

It is presented a methodology developed for participative selection of appropriate bioclimatic technologies for sustainable housing, based on criteria and indicators for sustainability, which are managed globally, but adapted to the case of Mexico, the selection of technology is made using a technique of multi-criteria decision making, where the people involved in the selection (technicians, professionals, businesses, government, and general users) weighted separately or by consensus, the value given to the evaluation criteria for each dimension, but the weight of each of the sustainable dimensions remains balanced. This methodology is applied in a case study of housing in Tepic, Nayarit, where previously a bioclimatic analysis was conducted to determine the strategies of adaptation, one of which was thermal insulation. The research shows the application of the developed methodology to select the most sustainable technology. It concludes with the results of the application of the method achieved on contributions, elements to improve and prospective research.

Introducción

La tecnología para la vivienda sustentable son los conocimientos, teorías y técnicas, así como los instrumentos y equipo utilizados en la vivienda durante todo su ciclo de vida, que maximiza los impactos positivos y minimiza los negativos en las dimensiones ambiental social y económica de la sustentabilidad.

Abarca por lo tanto los sistemas constructivos utilizados, los sistemas para lograr el confort bioambiental, la generación y el uso de energía; la captación, el uso y las disposición del agua, las utilizadas para lograr una mejor calidad de vida, etc.

En México existen más de 35 millones 617 mil de viviendas (INEGI, 2010) de las cuales en el 2013 había casi cinco millones están abandonadas, debido a fallas estructurales en la edificación, problemas por créditos hipotecarios impagables, asentamientos realizados en zonas de alto riesgo ambiental, mala planificación de obras, falta de servicios, así como inseguridad (HIC, 2013) dentro de la mala planeación una de las razones de abandono es porque no son confortables, son muy cálidas en el verano y hasta altas horas de la noche y muy frías en el invierno y sobre todo en las madrugadas. Aunque no estén abandonadas existen varios millones de casos similares, una de las estrategias para mejorar esta situación consiste en el aislamiento térmico de estas viviendas, pero se requiere encontrar la situación más adecuada entre todas las tecnologías disponibles en

la búsqueda de hacer más sustentables nuestras viviendas, para lo cual se requiere desarrollar una metodología que tome en cuenta y considere las tres dimensiones de la sustentabilidad, tomadas de manera balanceada. Con base en criterios e indicadores de la sustentabilidad empleados a nivel mundial pero referidos al caso mexicano, que de elementos de juicio sobre los aspectos ambientales, sociales y económicas de la implementación de las tecnologías para una vivienda que se busca hacer sustentable y que determine la selección más adecuada por medio de la comparación entre las características de tecnologías similares o que sirvan para el mismo fin.

Se requiere una metodología que sea práctica, sencilla y fácil de aplicarse, que sea formativa y enseñe a los usuarios a pensar en términos de sustentabilidad, que sea participativa e interdisciplinar, con la que se puedan comunicar usuarios de diferentes sectores como el industrial, los constructores, los técnicos, los desarrolladores, los académicos y en general el público que tenga que ver con la selección de la tecnología, que considere los criterios de selección que se manejan a nivel mundial y que tenga en cuenta las particularidades y problemáticas específicas del sitio en donde están esas viviendas.

Metodología

La metodología consta de dos partes. En la primera parte se hizo una investigación y revisión de literatura para recabar los criterios para la selección de tecnologías de la vivienda sustentable, tomando en consideración las dimensiones ambiental, social y económica que se manejan a nivel mundial propuestos por instituciones de investigación académicas reconocidas por su trabajo en el campo y por instituciones como la ONU- Hábitat, el programa para el medio ambiente de las Naciones Unidas. También se tienen en cuenta las particularidades y problemáticas específicas del sitio en donde están esas viviendas. Luego se determinaron los indicadores, con base en los encontrados en la revisión bibliográfica o su desarrollo, también se establece sus límites de normalización y sus puntajes correspondientes. Estos criterios e indicadores conjuntados serán utilizados por los usuarios para hacer la selección de la tecnología para la vivienda sustentable, y se podrán ampliar o modificar conforme haya más conocimiento generado en el campo.

La segunda parte de la metodología se desarrolla el proceso de selección con bases en varias metodologías disponibles mundiales y nacionales, que consiste en determinar las metas a lograr con la selección, un primer filtrado para descartar todas aquellas opciones que no cumplen con la normatividad, regulaciones o requerimientos deseados, una evaluación con base en los criterios e indica-

dores que se seleccionen por los usuarios, y que determinen los alcances esperados de la selección, utilizando una técnica de decisión multicriterial balanceada, para que los involucrados (técnicos, profesionistas, empresas, gobierno, y usuarios en general) puedan determinar cuál será la tecnología más adecuada para implementarse. En el caso de que al final de esta etapa todavía exista un número considerable de tecnologías que se puede seleccionar se prevé repetir este paso pero con un proceso de evaluación más detallada (para los fines de esta investigación se omite esta etapa). Cada uno de los usuarios evaluará la efectividad y aceptación, y ponderará cada uno de los criterios seleccionados, sin embargo el valor o peso asignado a cada una de las dimensiones siempre permanecerá balanceado a la tercera parte del valor o puntaje total. La tercera etapa de este proceso consiste en hacer pasar a las tecnologías seleccionada por una anticipación de escenarios futuros para finalmente escoger la tecnología más adecuada para aplicar en la vivienda sustentable.

Antecedentes (Internacionales y Nacionales)

Criterios e Indicadores relacionados con la tecnología para la vivienda sustentable

Los criterios básicos que debe reunir una tecnología para la vivienda sustentable, establecen la capacidad de formular juicios o de tomar decisiones sobre ellas, estos criterios se obtuvieron de una recopilación hecha de varios autores relacionados con vivienda sustentable o con tecnología sustentable las fuentes son internacionales, nacionales y algunos son de elaboración propia.

Los criterios se agruparon o se renombraron para que abarcaran los conceptos que se manejan a nivel mundial, en particular los determinados por las Naciones Unidas, que aún no utilizamos en México pero que son adecuados para nuestro caso.

A continuación se muestran los criterios seleccionados utilizados en esta investigación, separados en tres tablas de acuerdo a la dimensión en la que se clasificaron. Las tablas también muestran la fuente o las fuentes en donde fueron encontrados, o bien si fueron de elaboración propia.

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

Criterios ambientales

	CRITERIO	Fuente
Ambiental	Reducción en la utilización de materiales	Elaboración Propia
Ambiental	Recuperabilidad / Reusabilidad	(De Garrido, 2012), Universidad Politécnica de Valencia
Ambiental	Reciclabilidad /	(Wallbaum, Ostermeyer, Salzer, & Zea-Escamilla, 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich
Ambiental	Biodegradabilidad	(De Garrido, 2012), Universidad Politécnica de Valencia
Ambiental	Reducción de riesgos al medio ambiente físico (biotopo) o a la biodiversidad (biocenosis) / Toxicidad humana	(CMM, 2012)
Ambiental	Menor consumo de energía	Elaboración Propia
Ambiental	Menor consumo hídrico	Elaboración Propia
Ambiental	Mejor desempeño atmosférico / Acidificación / Cambio climático	Elaboración Propia

Tabla 1 Criterios ambientales. Fuente: Elaboración propia

Criterios sociales

	Criterio	Fuente
Social	Disminución del gasto familiar / Aumento de plusvalía	(CMM, 2012)
Social	Menor requerimiento de mano de obra calificada	(Wallbaum et al., 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich Gibberd ONU-HÁBITAT
Social	Mejorar la educación / Conciencia / Cultura de la sustentabilidad local	ONU-HÁBITAT
Social	Mejorar calidad de vida / Más saludable.	ONU-HÁBITAT
Social	Mejorar la seguridad / Resiliencia.	ONU-HÁBITAT
Social	Mayor asequibilidad	ONU-HÁBITAT
Social	Mayor aceptación satisfacción	Elaboración Propia

Tabla 2 Criterios Sociales. Fuente: Elaboración propia.

Criterios económicos

	Criterio	Fuente
Económico	Menor costo inicial	Elaboración Propia
Económico	Producción local	(Wallbaum et al., 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich
Económico	Mayor Durabilidad	(Wallbaum et al., 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich
Económico	Mejor modulación / flexibilidad	(Wallbaum et al., 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich (De Garrido, 2012), Universidad Politécnica de Valencia
Económico	Mayor compatibilidad con otros sistemas constructivos / reconfigurabilidad / adaptabilidad	(De Garrido, 2012), Universidad Politécnica de Valencia
Económico	Bajos costos de operación y mantenimiento	(Wallbaum et al., 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich
Económico	Reducción de costos a través de la producción en masa	(Wallbaum et al., 2012), Escuela Politécnica Federal de Zúrich

Tabla 3 Criterios económicos. Fuente: Elaboración propia.

Antecedentes de metodologías para la selección de tecnologías para la vivienda sustentable.

Los antecedentes para desarrollar la metodología para la selección de la tecnologías de la vivienda sustentable se basan en las siguientes metodologías, que evalúan la sostenibilidad por medio de criterios e indicadores o por medio de alguna Técnica de Decisión Multicriterial

En este capítulo se analizan casos de metodologías de evaluación de la sostenibilidad por medio de indicadores de las tecnologías para la vivienda o por medio de la técnica de decisión multicriterial, que son bases de las cuales se partieron para desarrollar la metodología.

- Herramienta de evaluación basada en indicadores de sustentabilidad para las
- Metodología para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo en países de
- Metodología para la evaluación de la sustentabilidad de tecnologías (UNEP, 2012)
- Evaluación de la sustentabilidad de los materiales en la construcción (De Garrido, 2012).
- Evaluación de la sustentabilidad de productos y servicios (UNEP, 2009)
- Hipoteca Verde del INFONAVIT (Morillón, 2008)

Tecnología y vivienda sustentable

Esta investigación se encuentra enmarcada dentro del paradigma de la sustentabilidad, en ella se utiliza el término sustentable como sinónimo del término sostenible, soslayando la discusión actual, en los países de habla hispana, sobre el empleo de ambos. Se entiende por sustentable el uso prudente de los recursos naturales y la protección del ecosistema mundial, cuidando la calidad de vida y la cohesión social, junto con la prosperidad económica que se pueda producir dentro de los límites de la naturaleza, con el fin de lograr la permanencia de nuestra especie en el planeta.

Dimensionalidad balanceada, cruzada y recíproca

El marco desde el que se observa la tecnología determinado por el enfoque sustentable, debe considerar las dimensiones de lo ambiental, lo social y lo económico, dándoles el mismo peso, para lograr balance entre los tres, lo se considera “sustentable”, durante todo el ciclo de vida de la tecnología, siguiendo el modelo de la “Triple cuenta de resultados” (TBL por sus siglas en inglés), de Elkington (Berkovics, 2010).

- Lo soportable dentro de la capacidad de carga del planeta.
- Lo equitativo /solidario, en cuanto que todos los seres humanos tengan la posibilidad de alcanzar el mismo nivel de desarrollo, vivan o estén bien, o sean felices y de que puedan participar en las decisiones para lograrlo.
- Lo viable, una economía que genere el mayor bienestar posible (entendido como el punto anterior), y dentro de los límites del planeta.

Elementos de ponderación de los criterios

Como parte del enfoque sustentable, también se debe tomar en cuenta el aspecto de quiénes son los que deciden que tecnología implementar, las personas involucradas en tomar la decisión no observan lo mismo, no miden en las mismas unidades, entonces la TDM sirve para dar el mismo valor a las cosas.

Existe una gran cantidad de elementos que se pueden considerar para ponderar, o asignar un peso a los criterios e indicadores anteriores, por ejemplo por los intereses o problemática específica de un país o región.

Metodología desarrollada

Puesto que como se analizó en los antecedentes la tecnología disponible para hacer la vivienda sustentable es mucha y muy diversa, es necesario hacer una selección de la tecnología más adecuada. Esta selección se basará en un procedimiento de evaluación progresiva que emplea: primeramente se define el problema a resolver, pudiendo ser sistemas o tecnologías de la vivienda sustentable relacionadas con agua, energía, desechos, sistemas constructivos, etc.

Las etapas de la metodología desarrollada son las siguientes:

- Definición de problema
 - o Análisis de la situación
 - o Definición de metas
- Filtrado
- Análisis de alcance
 - o Evaluación detallada (En su caso)
- Anticipación de escenarios futuros
- Selección de la tecnología

Existen algunas etapas de esta tecnología que están fuera de los alcances de esta investigación y son las siguientes:

- Diseño y costeo detallado
- Implementación
- Monitoreo y evaluación del desempeño

Estos pasos se pueden observar en el siguiente diagrama de flujo.

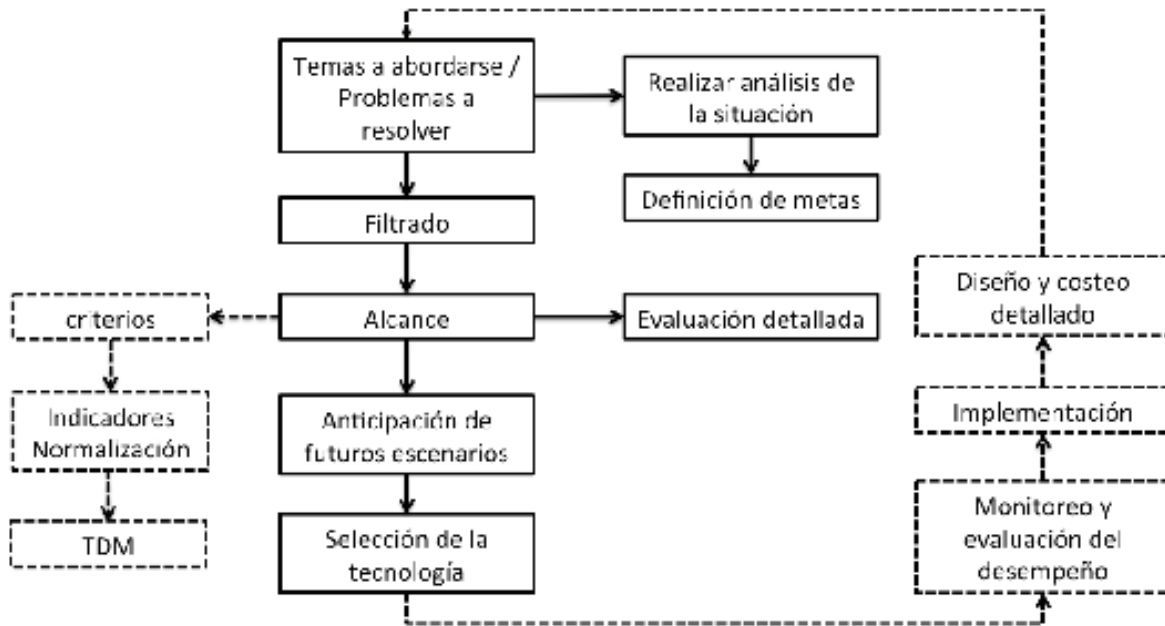


Diagrama 1 Metodología desarrollada. Fuente: Elaboración propia

Desglosando más a detalle la metodología desarrollada se tiene lo siguiente:

Definición del problema en donde se hace un análisis de la situación, que incluye una línea base, recolección de información, consultas a los involucrados y los mapeos y análisis necesarios. Este análisis de la situación servirá para establecer las metas a ser alcanzadas con la selección de tecnología, es decir los criterios con los que la tecnología debe cumplir. Estos criterios se pueden seleccionar de las tablas 1, 2 y 3, pudiéndose escoger desde al menos uno o varios criterios por cada dimensión, pero también se pueden desarrollar nuevos en el caso de requerirse, sobre todo de las especificaciones particulares definidas en las metas.

Filtrado, en esta etapa se evalúan si las tecnologías cumplen con requerimientos, con las leyes, normatividad, reglamentos y requerimientos específicos establecidas en las metas, por ejemplo; no superar un valor de costo determinado. Esta etapa se evalúa con las opciones sí o no, y solamente pasan a la siguiente etapa las tecnologías que cumplan con todos los puntos analizados.

Alcance, en esta etapa las personas interesadas o involucradas en la selección deben ponderar los criterios de selección. Cada participante le da un puntaje a cada uno de los criterios seleccionados, dentro de un rango establecido en consenso, en este caso de 0 a 10. En cada dimensión (ambiental, social y económica) se suman los puntajes de cada participante, este puntaje corresponderá al 100%

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

de los puntos posibles y de acuerdo a este se establecen los porcentajes correspondientes para cada uno de los puntajes asignados. Después se hace un promedio aritmético de estos porcentajes, finalmente estos puntajes se balancean, ya que cada dimensión deberá tener un valor absoluto de una tercera parte del valor total, los diferentes puntajes obtendrán una ponderación relativa sustentable proporcional a este 33.33%.

Posteriormente hacer una evaluación de las tecnologías utilizando una técnica de decisión multicriterial balanceada.

- Matriz ponderada o matriz de decisiones
- Eliminación secuencial por lexicografía
- Eliminación secuencial por limitaciones conjuntivas
- Programación de metas
- Proceso jerárquico analítico

En el caso de que aún existieran muchas opciones de tecnologías, después de esta etapa, se lleva a cabo una evaluación más detallada con criterios más estrictos.

Anticipación de escenarios futuros, una vez seleccionadas varias tecnologías se analizan posibles cambios previsibles a la situación actual, aplicando técnicas como:

- Escenarios futuros
- Método Delphi para la construcción de consensos

Por ejemplo fluctuaciones en los mercados, agotamiento de las materias primas, efectos previsibles del cambio climático, etc.

Selección de la tecnología preferida, una vez llegado este punto el grupo de involucrados en la selección deberá elegir la opción más adecuada.

Estudio de caso: Selección de la tecnología en aislamiento para vivienda en Tepic, Nayarit, México

El siguiente estudio de caso fue elaborado con la colaboración de Blanca Verania Lizárraga Estrada,

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

Brenda Lucero Sánchez Cisneros, Ana Laura Herrera López y Danyra Esmeralda Cayeros Robles

Etapa de definición del problema

Seleccionar el sistema o tecnología de aislamiento térmico más adecuada para viviendas existentes en Tepic, Nayarit, que se desean hacer sustentables y que un análisis bioclimático estableció como estrategia para mejorar el confort higro térmico de sus ocupantes.

Análisis de la situación

Se trata de vivienda de interés social, multifamiliar y unifamiliar y rural con diferentes edades de vida útil para las que se busca un sistema termoaislante sustentable, por lo cual se requiere seleccionar de entre varios sistemas de tecnología disponibles, cual será el más indicado en términos de sustentabilidad.

Definición de objetivos

- Mejorar las condiciones de habitabilidad implementando estrategias para lograr el confort higro térmico.
- Aprovechar de la manera más eficiente los recursos naturales y las condiciones climáticas del lugar.
- Promover valores y comportamientos sustentables en los usuarios.
- Reducir riesgos fisiológicos provocados por la humedad, exceso de calor y frío.
- Aceptación social en términos de sustentabilidad.
- Emplear tecnologías de bajo costo, pequeña escala, fácil de usar, que utilice recursos y materiales locales y que fomente la autoconstrucción.
- Disminuir el gasto de consumo energético en la vivienda.
- Fomentar la participación social.

Etapa de Filtrado

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-164-SCF1-2013. Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos.
- Créditos e Hipoteca Verde de INFONAVIT
- Ley de vivienda.
- Código de Edificación de vivienda. CONAVI 2010.
- Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterios para evaluar

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (o3). valores normados para la concentración de ozono (o3) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, para quedar como norma oficial mexicana nom-020-ssa1-1993, salud ambiental. criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (o3) de la calidad del aire ambiente. criterio para evaluar la calidad del aire.

SISTEMA DE AISLAMIENTO	CUMPLIMIENTO CON NORMAS, LEYES O REGLAMENTOS					
	A	B	C	D	E	F
SISTEMA DE AISLAMIENTO A BASE DE CELULOSA						
Requiere de mano de obra especializada El procedimiento de proyección de celulosa es idóneo para obra nueva, se aplica humedeciendo los copos de celulosa y se puede reforzar diluyendo un pegamento durante la proyección. Se puede aplicar como aislamiento interior en las cámaras de ventilación o sobre muros macizos de piedra, hormigón, ladrillo y sobre tabiquería de madera o de cartón yeso. Tiene la gran ventaja de ser un sistema de aislamiento que cubre todos los espacios, pudiendo eliminar los puentes térmicos y quedando libre de juntas. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
SISTEMA DE AISLAMIENTO A BASE DE LINO						
No requiere instalación especializada. Para su procedimiento de instalación, requiere colocar una guía con perfiles de madera, situados a cada 50 cm. Después se debe situar el aislante de lino en cada sección. Por consiguiente hay que cortar el panel de lino con amoladora de disco o con un cuchillo de dientes finos. Por último se debe sujetar con grapas sobre el armazón de manera. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durok o triplay.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
SISTEMA DE AISLAMIENTO A BASE DE CORCHO						
No requiere instalación especializada. Para su instalación, se requiere limpiar el área, quedando libre de polvo y residuos. Después hay que aplicar adhesivo para fijar el aislante. Por último de sebe colocar el rollo o lámina de corcho y presionar. Para su recubrimiento, solo hay que colocar un barniz especial para proteger con la humedad.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
SISTEMA DE AISLAMIENTO A BASE DE LANA						
No requiere instalación especializada. De acuerdo a su instalación, se requiere ubicar una guía con perfiles de madera, situados a cada 50 cm. Aprox. Después se debe extender cuidadosamente el rollo de lana en cada sección. Por último, se debe dejar una separación de 1/4" en ambos lados para permitir la expansión a lo largo del año. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
SISTEMA DE AISLAMIENTO A BASE DE POLIESTIRENO						
Requiere de mano de obra especializada Se recomienda fijarlo al muro con un adhesivo para construcción a base de agua, utilizando clavos, y tornillos. Después de colocar el poliestireno, se coloca una malla de refuerzo, sujetadores mecánicos, una base para anclarlos, el acabado final (que puede ser una capa de mortero y un refuerzo con una malla metálica o panel de yeso o cartón, también se le puede dar un acabado texturizado)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
SISTEMA DE AISLAMIENTO A BASE DE POLIURETANO						
Requiere de mano de obra especializada Es importante abordar los temas se salud y seguridad en el sitio de trabajo para la correcta aplicación. Se debe verificar el lugar de trabajo, checar condiciones ambientales de sustratos, temperatura del material, hacer una verificación de calidad con pruebas, aplicación de la espuma sin que se enfríe, controlar el grosor total del aislamiento, recortar espuma para tener una superficie plana, cubrir áreas con espumas selladoras, aplicar cobertura protectora y por último, limpieza del lugar.	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Tabla 1 Filtrado de sistemas constructivos. Fuente: Elaboración propia.

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

La tabla 1, Filtrado de sistemas constructivos, muestra que el sistema de aislamiento por celulosa, lino, corcho y lana, son los que cumplen con los requerimientos de las leyes y normas mencionadas anteriormente. Es por ello, que serán evaluadas a través de los siguientes criterios para sustentar su aplicación en la vivienda con enfoque sustentable.

En la tabla 2, Etapa de Alcance se puede ver la ponderación que las personas involucradas en hacer la selección, le dieron a los criterios de selección, así como el puntaje que cada que obtuvo cada uno de los sistemas evaluados, mediante un sistema de indicadores normalizados, en una escala absoluta del cero al 10. Este valor se multiplica por el peso del criterio y se obtiene su puntaje definitivo, que se irá sumando a los otros criterios de la misma dimensión, finalmente se suman los valores obtenidos en cada una de las dimensiones y se obtiene el puntaje total, más elevado de todas las opciones analizadas, el cual resultó el seleccionado en esta etapa.

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

Etapa de alcance

	Evalua- dor 1	Evalua- dor 2	Evalua- dor 3	Evalua- dor 4	Evalua- dor 5	Evalua- dor 6	Evalua- dor 7	Prome- dio Arifméti- co	Pondera- ción relativa sustenta- ble	Sis- tema 1	Sis- tema 1 Pondera- do	Sis- tema 2 Pond- ra 2	Sis- tema 3 Pond- ra 3	Sis- tema 4 Pond- ra 4	Sis- tema 5 Pond- ra 5
	Danya	Verania	Lucero	Laura	Usuario	Constructora	Regidor Municipal.			Sistema asistente de Celulosa	Sistema asistente de Lino	Sistema asistente de Corcho	Sistema asistente de Lana		
DIMENSION AMBIENTAL	1. Utilizar materiales tradicionales disponibles localmente, cuya explotación sea controlada y no degradar el medio ambiente.	9 20.00%	9 19.57%	8 17.78%	10 22.22%	10 22.22%	8 19.05%	10 20.41%	20.04%	6.68%	2 1.34	10 6.68	2 1.34		
	2. Mejorar el desempeño medioambiental de los edificios residenciales: eficiencia energética con calidad interior de aire, para lograr confort biotérmico.	10 21.28%	10 22.22%	10 21.74%	9 20.00%	8 17.78%	10 23.81%	10 20.41%	21.03%	7.01%	7 4.67	10 7.01	7 4.67		
	3. Promover el uso de materiales reciclados, biodegradables, reciclables y reutilizados.	10 21.28%	9 20.00%	10 21.74%	10 22.22%	8 17.78%	8 19.05%	9 18.37%	20.06%	6.69%	7 4.45	10 6.69	10 6.69		
	4. Implementar aislamiento de los elementos estructurales, muros y techos en combinación con una mejor ventilación permite mantener a las viviendas más cálidas en los periodos fríos y más fríos en los periodos cálidos. (Pág. 17) (UN-Hab12)	8 17.02%	8 17.78%	9 19.57%	8 17.78%	9 20.00%	7 16.67%	10 20.41%	18.46%	6.15%	8 1.00	2 1.37	9 5.46	2 1.37	
	5. Reducir las emisiones a la atmósfera por el uso de energía residencial o edificaciones; (OCDE03) (A55)	9 19.15%	9 20.00%	8 17.39%	10 22.22%	10 22.22%	9 21.43%	10 20.41%	20.40%	6.80%	10 6.80	7 4.53	8 5.67	5 3.39	
Sub-total	47 100.00%	45 100.00%	46 100.00%	45 100.00%	45 100.00%	42 100.00%	49 100.00%	100.00%	33.33%	23.60	16.47	29.17	19.79		
DIMENSION SOCIAL															
1. Evaluar el confort biotérmico obtenido por una tecnología específica.	9 19.15%	9 21.95%	10 22.22%	9 20.45%	8 21.62%	8 17.02%	10 20.00%	20.35%	6.78%	7 4.52	3 2.26	10 6.78	3 2.26		
2. Crear satisfacción con los usuarios, a través de la implementación de mejoras en la vivienda.	10 21.28%	8 19.51%	10 22.22%	9 20.45%	10 27.03%	10 21.28%	10 20.00%	21.68%	7.23%	8 6.02	7 4.82	9 6.50	7 4.82		
3. Apoyar valores, comportamientos y tecnologías sostenibles, a través de la difusión de sus beneficios tanto ambientales, sociales y económicos. (En relación con el uso de energía, reciclado, vivienda comunal, mantenimiento del lugar, comprensión de los beneficios de la tecnología verde, etc.).	10 21.28%	8 19.51%	8 17.78%	9 20.45%	10 27.03%	9 19.15%	10 20.00%	20.74%	6.91%	9 5.99	7 4.88	9 6.17	7 4.88		
4. Evaluar la adopción social en términos de sustentabilidad; (S6) Consumo sustentable (ISO 26000)	8 17.02%	8 19.51%	8 17.78%	8 18.18%	7 18.92%	10 21.28%	10 20.00%	18.96%	6.32%	8 5.26	7 4.21	9 5.53	7 4.47		
5. Reducir riesgos fisiológicos: Humedad y moho; Exceso de frío o calor; materiales contaminantes o que emitan radiación dañina. (S22)	10 21.28%	8 19.51%	9 20.00%	9 20.45%	10 27.03%	10 21.28%	10 20.00%	21.36%	7.12%	7 4.74	8 5.54	8 5.53	10 7.12		
Sub-total	47 100.00%	41 100.00%	45 100.00%	44 100.00%	37 100.00%	47 100.00%	50 100.00%	100.00%	33.33%	26.53	22	30.52	24		
DIMENSION ECONOMICA															
1. Aprovechar fuentes de financiamiento existente para las viviendas o edificaciones.	10 21.28%	10 21.28%	9 20.00%	8 17.78%	10 21.74%	10 21.28%	10 20.00%	20.48%	6.83%	3 2.27	3 2.27	3 2.27	3 2.27		
2. Contribuir positivamente al medio ambiente y al desarrollo económico local mediante la utilización de materiales locales y la participación de los usuarios durante la planeación y la construcción. (Wallbaum 2012). P. 355-357 (E44).	9 19.15%	9 19.15%	10 22.22%	9 20.00%	8 17.39%	10 21.28%	10 20.00%	19.88%	6.63%	7 4.33	5 3.35	9 6.10	5 3.35		
3. Duración promedio de la vida del producto. (E13)	10 21.28%	10 21.28%	9 20.00%	10 22.22%	10 21.74%	9 19.15%	10 20.00%	20.81%	6.94%	7 4.62	7 4.62	3 2.31	10 6.94		
4. Reducción de consumo energético y reducción de emisiones CO2, por implementación de aislantes térmicos.	8 17.02%	8 17.02%	7 15.56%	8 17.78%	10 21.74%	8 17.02%	10 20.00%	18.02%	6.01%	10 6.01	8 5.00	7 4.00	8 5.00		
5. Inversión inicial no mayor a \$5000.00	10 21.28%	10 21.28%	10 22.22%	10 22.22%	8 17.39%	10 21.28%	10 20.00%	20.81%	6.94%	7 4.86	3 2.9	9 6.24	4 2.77		
Sub-total	47 100.00%	47 100.00%	45 100.00%	45 100.00%	46 100.00%	47 100.00%	50 100.00%	100.00%	33.33%	22.08	17	21	20		
TOTAL										72.22	55.51	80.61	63.69		

Tabla 2 Etapa de Alcances. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1. Se pueden observar los resultados obtenidos por los sistemas termoaislantes, en cada uno de los criterios analizados, se observan fortalezas generales como en el caso de los criterios, S5 Reducir riesgos fisiológicos, o el E4 Reducción del consumo energético y reducción de emisiones de CO2. También se observan debilidades comunes como el criterio E1 Aprovechar fuentes de financiamiento existente.

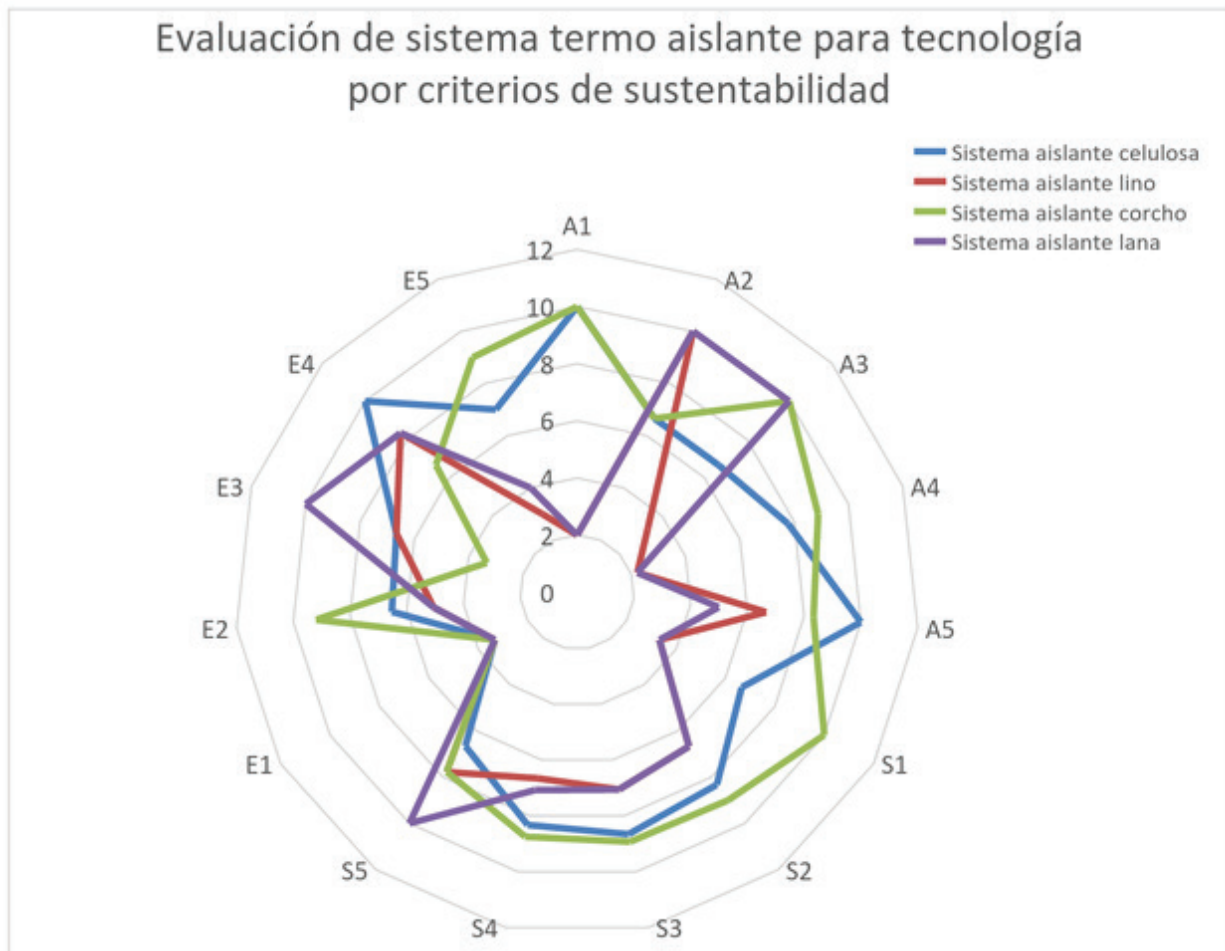


Figura 1 Evaluación de sistemas termo aislantes para tecnología por criterios de sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2, se hace un agrupamiento por dimensiones en donde se observa que los sistemas tecnológicos evaluados tienen sus puntajes más bajos en la dimensión económica, mientras que obtienen los puntajes más elevados en la dimensión social. Los sistemas evaluados tienen dimensiones mejores o peores evaluadas, pero se puede apreciar cuáles son los mejores.

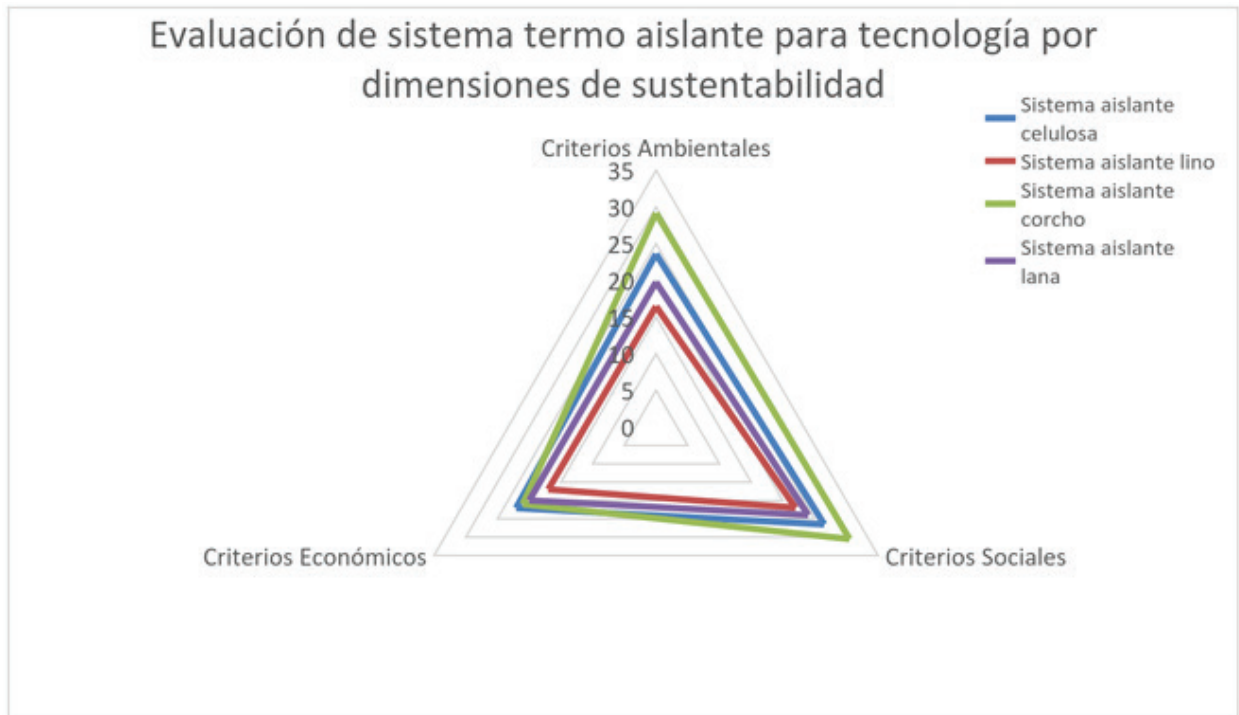


Figura 2 Evaluación de sistemas termo aislantes para tecnología por dimensiones de sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Los resultados para la obtención de la evaluación de la sustentabilidad de las tres dimensiones antes descritas, se muestra en la gráfica 8.4. En la dimensión ambiental, el mayor puntaje es el sistema con corcho, obteniendo un 29.17, lo que lo hace el sistema aislante natural más factible para su aplicación y utilización en la vivienda de Tepic, Nayarit. En la dimensión social, el sistema con mayor puntaje es de igual manera el sistema con corcho, obteniendo un 30.52, lo que lo hace el sistema aislante natural más factible para su aceptación, aplicación y utilización en la vivienda de Tepic, Nayarit. En la dimensión económica, el sistema con mayor puntaje es la celulosa, obteniendo un 22.08, lo que lo hace el sistema aislante natural más factible para su aceptación, aplicación y utilización en la vivienda de Tepic, Nayarit.

Finalmente, el sistema catalogado por este trabajo como el mejor aislante natural, obtenido a partir de la suma de las tres dimensiones (ambiental, social y económica) descritas anteriormente, con un puntaje total de 80.61, es el sistema con corcho.

Etapas de escenarios futuros

Se elaboraron cuatro escenarios futuros para visualizar si el análisis de la situación actual presentaría cambios que cambiaran las condiciones de selección. Se analizó la baja en el costo de la electricidad lo cual dará todavía más robusta la selección de los sistemas de celulosa y corcho. El segundo escenario que se planteó fue el de las oportunidades que traerá una mayor globalización lo cual favorecerá a los sistemas con materiales importados como el lino y la lana. El tercer escenario fue el panorama complejo del peso mexicano, en el presente año, la divisa mexicana ha perdido alrededor de 9.3% frente al dólar estadounidense, mientras a tasa anual muestra una devaluación de 24.2 por ciento, lo que genera un escenario nada favorecedor desde el inicio hasta el término de este sexenio, lo cual favorecerá a los sistemas producidos localmente. El cuarto escenario fue sobre los potenciales de suministro a futuro, en donde la celulosa se observa como la más viable.

De lo anterior se confirma que la elección del sistema con base en el corcho sigue siendo la más adecuada y que el sistema con base en celulosa puede ser una segunda opción o inclusive sustituir al anterior.

Conclusiones

Se concluye que la metodología proporcionó elementos de juicio o valoración basados en criterios de sustentabilidad globales, sobre las tecnologías adecuadas para la vivienda sustentable en México, considerando las dimensiones ambiental, social y económica, atendiendo a las condiciones locales, y adecuándose al nivel de información disponible.

En la investigación se encontró que las variables para determinar los impactos ambientales positivos y negativos son los que se encuentran más estandarizados a nivel mundial, por medio de la metodología del análisis del ciclo de vida (ambiental), pero hacer este análisis es muy costoso y requiere de mucho tiempo, por lo que se puede recurrir a indicadores más sencillos pero que están disponibles y son fáciles de trabajar.

En los casos de las variables de las dimensiones sociales y económicas no hay un consenso pero existen varias propuestas a nivel mundial, por ejemplo existe una propuesta para hacer análisis de ciclo de vida social y otra para análisis de ciclo de vida económico.

Las variables de las tres dimensiones se tienen que conjugar y analizar de manera que estén incluidas, pero que no exista una doble contabilidad de las mismas.

La metodología permitió comparar entre tecnologías similares utilizando criterios múltiples de acuerdo a la escala, tipo de vivienda y características de la zona. También permitió la selección de la tecnología sustentable más adecuada, dado un objetivo a lograr, en esta investigación se utilizó el bienestar higrotérmico, escogiendo de entre varias tecnologías posibles, como protección y captación solar, los sistemas pasivos o los activos, etc.

La metodología propuesta sirvió para seleccionar tecnologías más adecuadas para la vivienda sustentable, sin perder de vista la factibilidad económica pero ampliando el enfoque hacia lo social y lo ambiental. Informó e instruyó a los evaluadores sobre los aspectos a tener en cuenta para seleccionar en base a la sustentabilidad. Los evaluadores fueron tanto los usuarios, como los constructores, desarrolladores, empresarios, gobierno, etc.

Con la metodología propuesta se creó una base de datos para conformar una “Tecno teca”, que se complementa con una “Materioteca” ya existente y que sirve como fuente de información sobre la sustentabilidad de las tecnologías y los materiales para la vivienda sustentable en México, iniciando una primera etapa con tecnologías regionales de los Estados de Jalisco y Nayarit.

La información proporcionada por esta metodología es dinámica y está en mejora continua, conforme se vaya generando, validando y revisando la información sobre las tecnologías, se tendrá información más confiable y más robusta.

La metodología se aplicó rápida y fácilmente no requirió de un alto nivel de capacitación y los resultados obtenidos hicieron referencia al nivel de información manejado, los supuestos o las certezas empleados en la evaluación, así como la calidad de los datos analizados, quedaron asentados para considerar su nivel de objetividad.

La metodología aportó una capacidad para seleccionar tecnologías adecuadas para la vivienda sustentable aún con niveles bajos de información. Se proporcionó una ficha de información sobre la tecnología, para evitar utilizar algún supuesto erróneo, información de baja calidad o alguna otra variable que produzca un sesgo, así mismo la participación de varios evaluadores de diferentes profesiones y campos del conocimiento, que discutieron y llegaron a un consenso sobre la información

CONSEJO MEXICANO DE CIENCIAS SOCIALES

5° Congreso Nacional de Ciencias Sociales

“La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.

manejada para la evaluación de la tecnología, contribuye a la mejorar la calidad de la información manejada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berkovics, D. (2010). *Cannibals with fork. The triple bottom line of 21st century business*. Paris.
- CEPAL. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile. Recuperado a partir de <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/1/37231/LCL3021e.pdf>
- CMM. (2012). *Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México. Reporte Final*.
- De Garrido, L. A. (2012). *Un nuevo paradigma en Arquitectura* (1era. ed.). España: Monsa.
- HIC. (2013). México. Hay casi 5 millones de viviendas abandonadas en todo el país. Recuperado a partir de <http://www.hic-al.org/noticias.cfm?noticia=1354>
- INEGI. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el 8 de agosto de 2014, a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/glosario/Default.aspx?ClvGlo=CPV2010&ts=est&c=27432>
- Morillón, D. (2008). *Bases para una hipoteca verde en México, camino a la vivienda sustentable*. En *Estudios de arquitectura Bioclimática anuario 2007* (1ra ed., Vol. IX). México, D.F.: LIMUSA S.A.
- UNEP. (2009). *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products*.
- UNEP. (2012). *Application Of The Sustainability Assessment Of Technologies Methodology: Guidance Manual*. Recuperado a partir de http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/IETC_SAT%20Manual_Full%20Doc_for%20web_Nov.2012.pdf
- Wallbaum, H., Ostermeyer, Y., Salzer, C., & Zea-Escamilla, E. (2012). Indicator based sustainability assessment tool for affordable housing construction technologies. *Ecological Indicators*, (18), 353–364. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.005>