

Arquitectura bioclimática en México

Bioclimatic architecture in Mexico

Arquitetura bioclimática no México

Román Cabral Correa, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6745-0020>

Jorge Luis Acuña Espinosa, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3652-3809>

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Zacatecas, México.

*Autor para correspondencia: roman.cc@itz.edu.mx

RESUMEN

El presente artículo nos conduce a un análisis de estrategias planteadas por diferentes teóricos para dar solución al confort térmico dentro de los espacios arquitectónicos de un edificio a través del aprovechamiento de las condiciones climáticas y topográficas del sitio. La optimización de los recursos naturales es el eje rector de la arquitectura bioclimática y la implementación de estas estrategias dan como resultado una mejor calidad de vida para una persona o una sociedad. En la actualidad la problemática generada por la maximización de los recursos naturales para la construcción nos responsabiliza a nosotros como arquitectos a la concientización y sensibilización de generar proyectos amigables al medio ambiente. Podemos mencionar que actualmente en México existe una nula aplicación de normatividad en relación a los temas de optimización de los recursos naturales en la construcción, por ello el presente artículo nos habla de esas estrategias bioclimáticas y los actores que aplican en el tema de la arquitectura bioclimática en México.

Palabras clave: Arquitectura bioclimática, habitabilidad, arquitectura vernácula, estrategia, globalización

ABSTRACT

This article analyzes strategies proposed by various theorists to address thermal comfort within a building's architectural spaces by leveraging the site's climatic and topographical conditions. The optimization of natural resources is the guiding principle of bioclimatic architecture, and the implementation of these strategies results in a better quality of life for individuals and societies. Currently, the problems generated by the maximization of natural resources for construction make us architects responsible for raising awareness and generating environmentally friendly projects. We should mention that currently in Mexico, there is a lack of regulatory enforcement regarding the optimization of natural resources in construction. Therefore, this article discusses these bioclimatic strategies and the actors involved in bioclimatic architecture in Mexico

Keywords: Bioclimatic architecture, habitability, vernacular architecture, strategy, globalization

RESUMO

Este artigo analisa estratégias propostas por diversos teóricos para abordar o conforto térmico nos espaços arquitetônicos de uma edificação, aproveitando as condições climáticas e topográficas do local. A otimização dos recursos naturais é o princípio norteador da arquitetura bioclimática, e a implementação dessas estratégias resulta em melhor qualidade de vida para indivíduos e sociedades. Atualmente, os problemas gerados pela maximização dos recursos naturais para a construção nos tornam, como arquitetos, responsáveis pela conscientização e desenvolvimento de projetos ecologicamente corretos. Cabe mencionar que, atualmente, no México, há pouca fiscalização das normas relativas à otimização dos recursos naturais na construção. Portanto, este artigo discute essas estratégias bioclimáticas e os atores que as aplicam à arquitetura bioclimática no México.

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática, habitabilidade, arquitetura vernácula, estratégia, globalização

Recibido: 20/9/2025 Aprobado: 1/10/2025

Introducción

La necesidad de solución en una arquitectura amigable con el medio ambiente en México nos encamina a plantear diversos recursos de aplicación, para dicha solución se cuenta con la arquitectura bioclimática que a través de los factores como lo son: la orientación de los edificios, el asoleamiento, la ventilación, la iluminación natural y artificial, el control solar, la arquitectura solar, la arquitectura de tierra y la normatividad aplicable, nos da la oportunidad de resolver un proyecto arquitectónico funcional sustentable. En el presente texto se retomarán varias teorías con relación directa a este tema, la arquitectura bioclimática y su aplicación de solución de edificios teniendo en cuenta los aspectos climáticos. Se relata que en la actualidad es un problema urgente de solución globalizada, el crecimiento poblacional de las ciudades en el siglo XX han disparado la creciente demanda a la necesidad de servicios de infraestructura, movilidad, desplazamiento, entre otros.

Este crecimiento que algunos de los países lo han adoptado como una necesidad de solución urgente y que hasta este presente momento no lo han querido asumir como un problema a resolver. Este tema nos relaciona a la preocupación por algunos teóricos en dar propuestas de solución con documentos, manuales, normatividades sobre arquitectura bioclimática. Como arquitectos se cuenta con una enorme responsabilidad de proporcionar arquitectura con bienestar humano y natural, adquirimos el compromiso de desarrollar el conocimiento de este tema. Existen teorías de solución para poder realizar un diseño arquitectónico integrado al medio ambiente aprovechando las condiciones climáticas de cada lugar para su aplicación.

Este texto nos da la oportunidad de conocer varios teóricos que, preocupados por dar solución a este tema, se encargan de realizar investigación e innovación a través de materiales, sistemas constructivos, diseños funcionales, normatividades etc. A través de estrategias adecuadas para la aplicación en cada región se podría definir que estas estrategias son particulares más que generales, por el hecho de que cada lugar cuenta con sus condiciones de suelo, climáticas, constructivos que lo diferencian uno de otro.

Metodología

Se realizó una investigación de tipo mixta explicativa secuencial, con un enfoque predominantemente cualitativo y un componente cuantitativo de apoyo. El estudio se desarrolló en tres fases principales entre enero de 2024 y marzo de 2025, abarcando diferentes regiones bioclimáticas de México.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis principal fueron los proyectos arquitectónicos bioclimáticos desarrollados en México durante el período 2010-2024, con especial énfasis en:

45 casos de estudio de vivienda unifamiliar y multifamiliar

15 proyectos de equipamiento urbano

Programas gubernamentales de vivienda sustentable

Técnicas de Recolección de Datos

Análisis documental exhaustivo: Se revisaron 120 documentos entre normativas técnicas, manuales de diseño bioclimático y expedientes de proyectos arquitectónicos.

Entrevistas semiestructuradas: Se aplicaron 25 entrevistas a profundidad a:

Arquitectos especializados en sustentabilidad (10)

Funcionarios públicos del sector vivienda (5)

Investigadores académicos (5)

Usuarios de vivienda bioclimática (5)

Observación directa: Se realizaron visitas de campo a 30 proyectos representativos en cinco regiones bioclimáticas de México.

Análisis climático: Se utilizaron datos meteorológicos de 15 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional para correlacionar condiciones climáticas y estrategias de diseño.

Instrumentos de Investigación

Guía de análisis documental: Para evaluar el cumplimiento de criterios bioclimáticos

Cuestionario de evaluación bioclimática: Adaptado de las normas NMX-AA-164-SCFI-2013

Protocolo de observación: Para registro de desempeño térmico y energético

Software de simulación: Se empleó DesignBuilder v6.1 para validar estrategias pasivas

Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos cualitativos se procesaron mediante análisis de contenido categorial utilizando el software Atlas.ti v9. Los datos cuantitativos se analizaron con SPSS v28, aplicando:
Estadística descriptiva para caracterizar las estrategias bioclimáticas
Análisis correlacional entre variables climáticas y soluciones arquitectónicas
Prueba t para comparar eficiencia energética entre tipologías constructivas

Criterios de Validación

Se implementó triangulación metodológica cruzando datos de:

Fuentes documentales oficiales

Entrevistas con expertos

Resultados de simulaciones computacionales

Observaciones de campo

Limitaciones del Estudio

Acceso limitado a información confidencial de proyectos privados

Variabilidad en la calidad de los datos meteorológicos históricos

Restricciones para mediciones in situ debido a la pandemia COVID-19

Consideraciones Éticas

Se mantuvo la confidencialidad de los participantes y se citaron adecuadamente todas las fuentes documentales consultadas, en cumplimiento con los protocolos académicos internacionales.

Resultados y Discusión

Se puede afirmar que “la arquitectura contemporánea busca cada vez con mayor ahínco responder a la moda estética, sin considerar los conceptos más lógicos y simples que permiten lograr un espacio vital. En la construcción de nuestras casas y edificios se ha olvidado tomar la orientación del sol, como iluminarlos, como ventilarlos adecuadamente. Se ha ignorado también que responder a nuestras necesidades locales y específicas nos da identidad como personas y como país” (Rodríguez, 2008). “Se debería construir más alta la cara sur de las casas para captar el sol en el invierno” escribió hace miles de años el historiador griego Jenofonte como consejo valioso para sus contemporáneos que, ya entonces querían ahorrar energía de calefacción por medio de las radiaciones solares. La arquitectura popular de muchos países nos demuestra que se sabe desde hace mucho tiempo que, teniendo en cuenta los componentes climáticos naturales, determinados esencialmente por el sol, se podían construir edificios capaces de dar a sus ocupantes las máximas condiciones de confort, tanto desde el punto de vista energético como de salubridad, con un mínimo de gastos técnicos. Esta verdad cayó muchas veces en el olvido a lo largo de la historia de la arquitectura, especialmente” (Pierre, 1989).

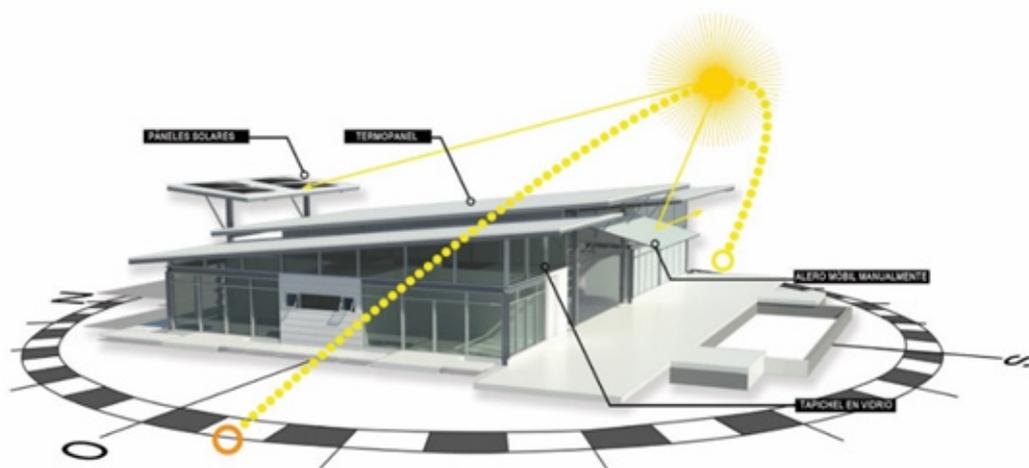


Figura 1. Implementación de estrategias bioclimáticas

Fuente: www.archdaily.mx/mx/02-147628/casa-mecano-roblesarq

Un factor importante dentro de lo que se refiere la aplicación de la arquitectura bioclimática es un buen aprovechamiento de algo natural, como es la orientación del sol, actualmente en el género habitacional. Se puede mencionar que lo que respecta a la vivienda en serie lo que menos se analiza, es la que refiere a la orientación ya que al ser de este tipo su emplazamiento es una tras otra, dando como resultado la obtención de un solo frente para dar cumplimiento a este factor de orientación y que nos da como resultado el cumplimiento del confort dentro de un espacio en relación a su iluminación y ventilación natural. Vitrubio

lo dijo desde la época de Augusto: “Los edificios privados estarán correctamente ubicados si se tiene en cuenta, en primer lugar, la latitud y la orientación donde van a levantarse se debe orientar la disposición de los edificios atendiendo a las peculiaridades de cada región y las diferencias del clima. Así, por medio del arte se deben paliar las incomodidades que provoca la misma naturaleza” (Vidal, Vázquez, 2011). La importancia de la orientación dentro de la arquitectura bioclimática y no solo en ella, si no dentro del ámbito arquitectónico va relacionado en contar con el conocimiento llevado por análisis del lugar, como lo mencionaba Vitruvio la relación que existe entre la región y sus climas para realizar un proyecto adecuado a través de sus condiciones climáticas. “El crecimiento desmedido de algunas ciudades en el siglo XX y a una actitud radical en el movimiento moderno trajeron como consecuencia la transformación de la arquitectura, dándole un carácter especulativo y alejándola cada vez más de la lógica constructiva, basada en la experiencia y el respeto al medio ambiente. El progreso se ha vestido de concreto, vidrio, y asfalto, en zonas ricas y de cartón enchapopado, láminas de asbesto y tabicón, en las áreas marginales, lo cual provoca acabar con la vegetación, consumir energía de manera indiscriminada y contaminar agua, aire y tierra” (Rodríguez,2008,p.39).

En la actualidad, la aplicación del concreto en las edificaciones y la cultura tradicionalista en los sistemas constructivos de algunas regiones en México nos lleva a la destrucción del medio natural que persiste, el crecimiento de las ciudades es un factor urgente para buscar métodos de solución en las edificaciones aprovechando las condiciones climáticas de cada región y sus elementos físicos para la ejecución de construcciones amigables al medio ambiente. “En la actualidad se cuenta con nuevas herramientas de diseño, mejor tecnología y maneras más rápidas de prever y evaluar el comportamiento de las edificaciones; sin embargo, muchas de las soluciones técnicas a los problemas desarrollados en las universidades y en otras instituciones de investigación son poco conocidas por la sociedad” (Rodríguez, 2008, p.40).

En una época actual donde la sociedad vive una tendencia de consumo exagerado en ocasiones innecesario de artículos como lo es el consumismo a través del consumo de materiales derivados del petróleo y que a su vez son una demanda de contaminación hacia lo que respecta el medio ambiente, en relación a lo que el artículo anterior menciona acerca de la poca difusión de las soluciones técnicas podríamos mencionar que lo que no ha permitido a la sociedad que conozca dichas técnicas es parte por la tendencia de este consumismo a estos materiales nocivos para el medio ambiente. Otro factor que influye determinadamente en la implementación de estrategias de diseño para poder lograr una mayor eficacia energética en las construcciones es el alto costo de los combustibles que en efecto causa un mayor costo en las edificaciones con materiales derivados de él “El alza del valor de la energía y combustibles es un tema que afecta significativamente nuestra vida. Pero este no es el verdadero problema de fondo” (Rendón, 2009, p.59).

“La arquitectura bioclimática se puede definir como un enfoque de diseño de edificios inspirado en la naturaleza y que aplica una lógica de sostenibilidad a todos los aspectos de un proyecto cuyo objeto es optimizar el empleo del medio ambiente. Esto no es un fenómeno nuevo, solo es un conjunto de técnicas, algunas de ellas bien conocidas y otras son fruto de las innovaciones más recientes que deben aplicarse de una forma conjunta, intentando solucionar problemas que el hombre ha ido descubriendo y que son de dos tipos: económico y ambiental” (Rendón, 2009, p.59).



Figura 2. Reflejo de ciudad tradicional y ciudad sostenible

Fuente. <http://www.alambresyrefuerzos.com/la-arquitectura-bioclimatica>

Este problema de la destrucción masiva del medio natural que se ha ido generando a través de las megalópolis que por la demanda del crecimiento de las ciudades y por la tendencia del consumismo nos hace la gran demanda de buscar las estrategias de diseño para las construcciones en el presente. Tal y como lo indica la arquitectura bioclimática de aprovechar las condiciones climáticas particulares de cada región para la aplicación de estas estrategias, se cuenta ya con ciudades desarrolladas que adoptan esta problemática de solución como ya parte de la necesidad de la arquitectura para su armonía con el medio ambiente. Cada región cuenta con sus condiciones climáticas es por ello que cada lugar tiene un análisis propio para su diseño por ello las estrategias son variables de un lugar a otro, en la arquitectura bioclimática tiene que ir en paralelo a la innovación de técnicas de materiales, sistemas constructivos, orientación de edificios, arquitectura de tierra, la normatividad aplicable para dar un mayor confort en los espacios y así cumplir con su habitabilidad del ser humano. Conocer estos elementos de cada región nos da la oportunidad de crear edificios e integrarlos a la naturaleza y así poder hablar de una sostenibilidad de los edificios. "Entre las diferentes opciones de prioridad de diseño se encuentran:

- Eficiencia energética: Uso de fuentes renovables de energía y habilidad de conservarla.
- Iluminación y Aire: Uso de sistemas pasivos para iluminación y ventilación.
- Vegetación, Agua y Desperdicio: Uso de paisajismo, conservación y re-uso de agua y reciclaje" (Rendón, 2009).

En México una arquitectura que mantiene una identidad arquitectónica es la relacionada a la arquitectura vernácula, donde se construye como una tradición regional más original a través de una adaptación al medio de cada lugar como la realización por el mismo habitante, sistemas constructivos hereditarios, materiales hechos en el lugar, formas de edificación tradicionales. "Los estudios sobre análisis bioclimático sobre la arquitectura vernácula en México son pocos, universidades regionales como la UAS y el ITLM, el autor explica que existen dos vertientes en la arquitectura vernácula: la indígena y la mestiza. La primera, se caracteriza por tener técnicas ancestrales, asentada en los pequeños poblados alejados de la urbe, la segunda, ubicada en las ciudades o los pueblos viejos cuyas influencias culturales son de los españoles y permanece erguida hoy en día con sus grandes alturas, muros gruesos y ese clima frío que caracteriza sus rincones. La arquitectura vernácula, pertenece en la mayoría a grupos de población de escasos recursos económicos que conservan una buena calidad de vida, esta surge como síntoma de la realidad de un pueblo bien definido, representa su devenir histórico, sus circunstancias culturales y la síntesis de sus orígenes e influencias, además es congruente con el clima" (Carrasco, Morillon, 2004).

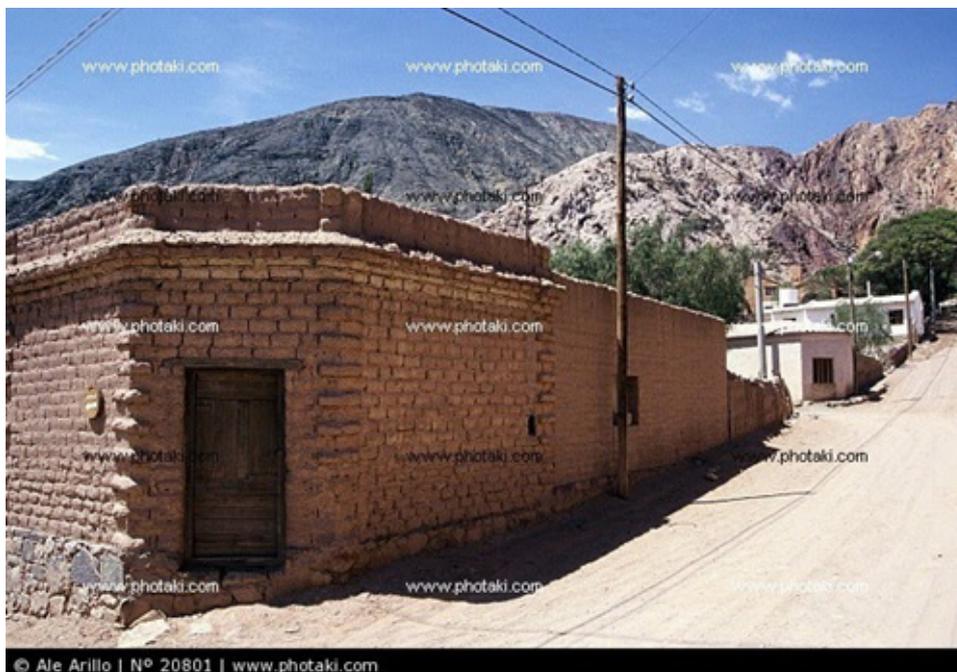


Figura 3. Arquitectura Vernácula

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

Al realizar un análisis de cada lugar el resultado que se obtiene es que las necesidades de cada lugar son diferentes por lo tanto en el concepto de habitabilidad no se puede hablar de un mismo confort térmico en una ciudad como Zacatecas a una como Veracruz por lo tanto nos encamina a nosotros como arquitectos al desarrollo adecuado del análisis del sitio para conocerlo y definir sus elementos y condiciones existentes que

nos determinan el aprovechamiento para realizar un proyecto amigable al medio ambiente y al usuario un espacio cómodo y confortable térmicamente, sin perder una identidad arquitectónica propia del lugar.

“Foster defiende la idea de que los edificios deben ser energéticamente eficientes y formar parte de una idea más amplia: la infraestructura sustentable. Solo así, dice, solo volviendo mejores las ciudades, podrá el mundo resolver asuntos clave de este siglo” . La arquitectura del momento o el movimiento conocido como supra modernidad y los grandes arquitectos que desarrollan obras icónicas con esas grandes formas deformadas, trazos que no siguen una forma regular, esas proporciones de tamaño monumentales y aplicaciones de materiales maleables para desarrollar estas formas en la actualidad cuentan con una preocupación relacionada a la sustentabilidad hacer que sus obras sean eficientemente sustentables, resultado a ello un edificio sostenible energéticamente.

En el ámbito urbano es importante tomar criterios de economía energética y el mejor aprovechamiento de los recursos naturales para dar un equilibrio urbano con estrategias de diseño urbano con sus variables de suelo, topografía, clima y así dar cumplimiento en una optimización de las áreas urbanas. En este ámbito es complejo dar un cumplimiento por diferentes factores que influyen que son fuera del aspecto de diseño como lo son lo político y lo económico. “Aparecen recogidas consideraciones de localización óptima y orientación desde la antigüedad. Así, algunos de los capítulos de los Diez Libros de Arquitectura de Vitrubio se Titulan: De la disposición de los edificios según las diversas propiedades de los lugares; De la elección de lugares sanos. De los aspectos apropiados en cada una de las partes de los edificios para que las habitaciones sean cómodas y sanas” (Higuera, 1998).

“A un panorama de interés generalizado de éstas cuestiones, se añade otro factor determinante. Muchos países están dando respuestas y alternativas, pero además de la ya mencionada complejidad de los procesos, se suma la necesaria especialización local, concreta y pormenorizada en el territorio, para encontrar las respuestas verdaderamente eficaces. Ante ésta problemática surge la presente investigación para analizar, diagnosticar y proponer los mecanismos de interacción entre el medio ambiente y los asentamientos urbanos. Las primeras teorías se llevaron a la práctica en proyectos arquitectónicos pioneros, en la resolución de viviendas unifamiliares en los países desarrollados. Poco a poco se han ido comprobando los postulados teóricos, añadiendo solidez y relieve a las cuestiones de la arquitectura solar pasiva y el acondicionamiento interno de las edificaciones. La realidad compleja de las ciudades, retrasó las iniciativas teóricas y prácticas, pero en el momento actual se puede afirmar que los asentamientos adecuados al medio ambiente han perdido su experimentalidad, y que de hecho reducen el consumo de agua, de energía y de contaminación, proporcionando un mejor microclima local, una reducción en los consumos de agua y energía y un bienestar debido a la mejora de la calidad de vida” (Higuera, 1998).

Víctor Olgyay arquitecto nacido en Hungría pionero de este tema de la arquitectura bioclimática y teórico de este mismo tema en su libro de manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas editado en 1963. “A lo largo de las distintas culturas de la civilización humana, la arquitectura se ha expresado como una respuesta al tiempo, a la cultura y a las condiciones físicas y ambientales del sitio en el cual se desarrolla, sin olvidar que los efectos del medio ambiente inciden directamente tanto en la energía como en la salud del hombre” (Rodríguez,2008).

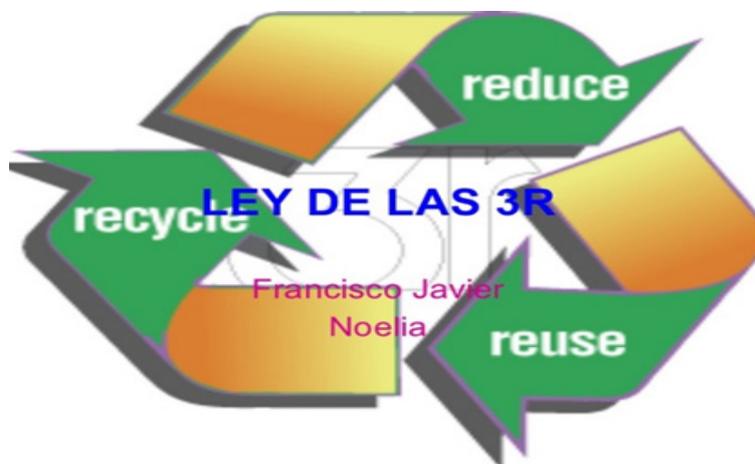


Figura 4. Ciclo ecológico

Un concepto en la actualidad es conocer que la sustentabilidad busca que la arquitectura sea reversible, poder

obtener que cumpla un ciclo con lo que se le denomina las 3 R, reducir, reciclar y reutilizar por ello en este párrafo anterior citado nos habla de las edificaciones prefabricadas. En la actualidad el tema de la degradación del medio ambiente a manos de ser humano sin una concientización ha sido demasiado veras el crecimiento de las ciudades sin planificación para poder obtener ciudades sustentables a través de la aplicación de las teorías que dan solución al cuidado del medio ambiente, nos hace más partidarios a tener un compromiso más profundo a desarrollar la arquitectura ligada a dar cumplimiento a la reducción de las energías generadas por el petróleo para poder así hablar de un cuidado del medio ambiente solucionado de una manera sustentable.

Conclusiones

La falta de difusión de las técnicas de construcción de la arquitectura bioclimática para emplearlas en el diseño, es un factor para la no aplicación de elementos bioclimáticos.

Se requiere de la concientización de los personajes que se involucran dentro del desarrollo de diseños bioclimáticos para contar con un análisis adecuado de cada región para poder desarrollar un diseño bioclimático funcional y sustentable.

Se debe realizar y profundizar en la investigación por parte de los involucrados en el desarrollo del diseño en las diferentes estrategias de métodos y técnicas, aprovechando de una manera adecuada las condiciones naturales para la edificación, y así, a su vez, ofrecer espacios habitables para el confort humano.

Con la presente investigación se consigue la implementación de políticas públicas para la implementación de estrategias de solución para una arquitectura más sustentable a través de leyes y normas para contribuir al cuidado del medio ambiente.

Referencias bibliográficas

Carrasco, C. (2004). Morillón. Adecuación bioclimática de la vivienda de interés social del noroeste de México con base al análisis térmico de la arquitectura vernácula. *Debates IESA*, *8*(1).

Debates IESA. (2011). La arquitectura sustentable llegó para quedarse. *Debates IESA*, XVI(3).

Higueras, E. (2020). *Urbanismo bioclimático: Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos*.

Rendón Mansilla, A. (2009). *Aplicación de un diseño bioclimático, con énfasis en eficiencia energética en un edificio de medicina alternativa* [Tesis de maestría, no publicada].

Rodríguez Vaqueira, M. (2008). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa.

Sabady, P. (2010). *Arquitectura solar, concepto, cálculo y ejecución de las edificaciones solares*. Ediciones CEAC.

Vidal Vidales, A. y Vázquez Cromeyer, G. (2011). *Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible fase II*

Declaración de conflictos de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Declaración de contribución de autoría utilizando la Taxonomía CRediT:

Román Cabral Correa: Conceptualización, Investigación, Metodología.

Jorge Luis Acuña Espinosa: Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Declaración de originalidad del manuscrito: Los autores confirman que este texto no ha sido publicado con anterioridad, ni ha sido enviado a otra revista para su publicación.

Declaración de aprobación por el Comité de Ética: Los autores declaran que la investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la institución responsable, en tanto la misma implicó a seres humanos

Declaración de originalidad del manuscrito: Los autores manifiestan que este texto no ha sido publicado con anterioridad, ni ha sido enviado a otra revista para su publicación.