

Clasificación bioclimática de CONAVI como base para la aplicación de estrategias pasivas del método TERMOS en arquitectura sustentable

Mauricio Ruiz Morales¹

¹ Universidad Politécnica de Aguascalientes, Dirección de Arquitectura Bioclimática, Calle Paseo San Gerardo No. 207, Fracc. San Gerardo C.P.20342 Aguascalientes, Ags., México, mauricio.ruiz@upa.edu.mx

Resumen

La presente investigación propone un modelo metodológico para la integración del diseño bioclimático en la arquitectura mediante la articulación entre la clasificación bioclimática de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y las estrategias pasivas del método TERMOS. El estudio surge de la necesidad de contar con herramientas operativas que permitan traducir la información climática en criterios claros de diseño arquitectónico, particularmente en contextos como el mexicano, cuyas condiciones climáticas, económicas y sociales difieren de aquellas en las que se han desarrollado numerosos modelos internacionales de confort ambiental. La metodología se basa en un análisis documental comparativo de distintos sistemas de clasificación climática utilizados en México —Köppen-García, IMSS, INEGI-INFONAVIT y CONAVI— y en un proceso de sistematización orientado a su aplicación arquitectónica. A partir de este análisis se establecen criterios generales de diseño pasivo asociados a los principales bioclimas del país y se relacionan con las variables RMOS del método TERMOS: radiación, movimiento del aire, oscilación térmica y sonoridad. Los resultados se presentan mediante tablas y matrices conceptuales que permiten jerarquizar estrategias pasivas de acuerdo con cada bioclima, facilitando su incorporación desde las etapas iniciales del proceso de diseño. En este sentido, el modelo bioclima-TERMOS se plantea como una herramienta metodológica con potencial de aplicación en la práctica profesional y en la enseñanza del diseño arquitectónico. Se concluye que la vinculación entre los bioclimas de CONAVI y las estrategias pasivas estructuradas constituye una base conceptual que puede favorecer la toma de decisiones proyectuales y promover una arquitectura más eficiente, con mayores condiciones de confort y ambientalmente responsable.

Palabras clave— Bioclima, CONAVI, confort pasivo, metodología TERMOS, sustentabilidad

Bioclimatic classification of CONAVI as a basis for the application of passive strategies of the TERMOS method in sustainable architecture

This research proposes a methodological model for integrating bioclimatic design into architecture through the articulation of the bioclimatic classification developed by the National Housing Commission (CONAVI) and the passive strategies of the TERMOS method. The study arises from the need for operational tools capable of translating climatic information into clear architectural design criteria, particularly in contexts such as Mexico, where climatic, economic, and social conditions differ from those in which many international environmental comfort models have been developed. The methodology is based on a comparative documentary analysis of different climate classification systems used in Mexico—Köppen-García, IMSS, INEGI-INFONAVIT, and CONAVI—and on a systematization process oriented toward architectural application. Based on this analysis, general passive design criteria associated with the country's main bioclimatic zones are established and linked to the RMOS variables of the TERMOS method: solar radiation, air movement, thermal oscillation, and sound environment. The results are presented through conceptual tables and matrices that allow passive strategies to be prioritized according to each bioclima, facilitating their incorporation from the early stages of the design process. In this regard, the bioclima-TERMOS model is proposed as a methodological tool with potential applications in both professional practice and architectural design education. It is concluded that the integration of CONAVI bioclimas with structured passive strategies provides a conceptual framework that can support design decision-making and promote architecture that is more efficient, offers improved comfort conditions, and is environmentally responsible.

Keywords: *bioclimatic architecture, climatic classification, environmental comfort, passive design, TERMOS methodology.*

I. INTRODUCCIÓN

La arquitectura, por su condición de permanencia física, se encuentra estrechamente vinculada a un contexto geográfico, climático y sociocultural específico. En este sentido, el diseño arquitectónico no solo responde a requerimientos funcionales, estéticos o normativos, sino que debe considerar de manera prioritaria las condiciones ambientales del lugar para garantizar niveles adecuados de confort y eficiencia en el uso de los recursos. Entre estas

condiciones, el confort higrotérmico —resultado de la interacción entre temperatura y humedad— se reconoce como uno de los factores más relevantes en la experiencia espacial de los usuarios.

La arquitectura bioclimática plantea la incorporación consciente del clima como una variable estructurante del proyecto, promoviendo el aprovechamiento de recursos naturales como la radiación solar, el viento y la inercia térmica, con el fin de reducir la dependencia de sistemas mecánicos y el consumo energético asociado. Diversos estudios han demostrado que la omisión de estas variables conduce a

Recibido: 30 de enero 2026

Aceptado: 17 de julio 2026

Publicado: 28 de julio de 2026

edificaciones altamente dependientes de sistemas activos, con impactos negativos en términos ambientales, económicos y de confort para los usuarios (Olgyay, 1963; Givoni, 1998).

En el contexto mexicano, caracterizado por una amplia diversidad climática y por limitaciones presupuestales presentes en una parte importante de la producción arquitectónica, resulta indispensable contar con herramientas metodológicas que permitan traducir la información climática en criterios de diseño pasivo claros y operativos. Si bien existen múltiples sistemas de clasificación climática con bases científicas sólidas, no todos presentan el mismo grado de utilidad para su aplicación directa en el proceso proyectual.

Bajo este escenario, la presente investigación propone analizar la clasificación bioclimática de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) como base para la aplicación de las estrategias pasivas del método TERMOS, estableciendo una relación sistemática entre bioclima, variables ambientales dominantes y decisiones arquitectónicas. El objetivo del estudio es plantear una estructura metodológica que permita vincular la información climática con criterios de diseño pasivo desde las etapas tempranas del proyecto, favoreciendo soluciones arquitectónicas coherentes con el contexto ambiental y proporcionando una base conceptual para el desarrollo de propuestas orientadas a la sustentabilidad y al confort ambiental. En este sentido, el trabajo se presenta como una propuesta metodológica orientada a facilitar la traducción del análisis climático en estrategias de diseño arquitectónico aplicables tanto en el ámbito académico como en la práctica profesional.

II. MARCO TEÓRICO

A. *Arquitectura bioclimática y confort ambiental*

La arquitectura se materializa siempre en un lugar concreto y bajo condiciones ambientales específicas que no pueden separarse del objeto construido. A diferencia de otros productos de diseño, los edificios permanecen fijos en el territorio durante largos periodos de tiempo y deben responder, de manera continua, a las variaciones climáticas diarias y estacionales del entorno. Esta condición convierte al clima en un factor estructurante del proyecto arquitectónico y no únicamente en una variable complementaria. En este sentido, la arquitectura bioclimática propone un enfoque de diseño que reconoce y utiliza las características climáticas locales como insumos fundamentales para definir la forma, la orientación, la distribución espacial y las estrategias constructivas de una edificación (Olgyay, 1963; Givoni, 1998).

Desde esta perspectiva, el diseño bioclimático busca optimizar el comportamiento ambiental del edificio mediante el aprovechamiento consciente de recursos naturales como la radiación solar, el movimiento del aire, la vegetación y las condiciones del suelo, con el objetivo de proporcionar confort a los usuarios y reducir la dependencia de sistemas mecánicos de climatización. Este enfoque adquiere especial relevancia en el contexto actual, caracterizado por un aumento sostenido en el consumo energético de los edificios y por la necesidad urgente de disminuir su impacto ambiental. Diseñar sin

considerar el clima local suele traducirse en soluciones arquitectónicas que requieren elevados aportes de energía para alcanzar condiciones aceptables de habitabilidad, mientras que una respuesta adecuada al entorno puede lograr niveles similares o superiores de confort con un menor consumo de recursos (Edwards, 2009; Sierra, 2012). Investigaciones recientes desarrolladas en entornos tropicales han demostrado que la incorporación de estrategias bioclimáticas y soluciones pasivas puede contribuir significativamente a la reducción del consumo energético y a la mejora del desempeño ambiental de edificaciones de bajo costo, evidenciando la vigencia y pertinencia de estos enfoques en contextos climáticos diversos (Bera et al., 2025).

La validez de los principios bioclimáticos ha sido ampliamente demostrada a lo largo de la historia a través de la arquitectura vernácula, la cual desarrolló soluciones adaptativas a partir de la observación empírica del clima. Elementos como los patios interiores, los muros de alta inercia térmica, las cubiertas ventiladas y los sistemas de sombreado natural permitieron generar espacios habitables en contextos climáticos diversos. Investigaciones recientes confirman que estos recursos pasivos pueden reducir de manera significativa la sensación térmica extrema en comparación con el exterior, mejorando las condiciones de confort en periodos prolongados del año (Díaz Mellado et al., 2023).

El proceso de diseño arquitectónico, además, se caracteriza por responder a condiciones particulares y no repetibles. Cada proyecto se concibe para un tipo específico de edificación —habitacional, educativa, recreativa, comercial o de infraestructura—, para un conjunto determinado de usuarios y a partir de un encargo formulado por un cliente concreto. Asimismo, se desarrolla en un lugar único, con una configuración urbana, social y ambiental propia, y en un momento histórico específico. Estas variables hacen que el edificio establezca relaciones directas con su contexto inmediato y que cualquier modificación en su ubicación u orientación implique cambios sustanciales en factores climáticos como el asoleamiento, la ventilación natural o la exposición a la humedad.

En este marco, el confort ambiental constituye uno de los objetivos centrales del diseño arquitectónico bioclimático, al integrar las condiciones físicas que influyen en la percepción de bienestar de los usuarios. Dentro de este concepto, el confort térmico se refiere al estado de satisfacción con el ambiente térmico, mientras que el confort higrotérmico pone especial énfasis en la interacción entre la temperatura del aire y la humedad relativa. La búsqueda de un equilibrio entre ambas variables, tanto a lo largo del año como durante las variaciones diarias, representa uno de los objetivos fundamentales para el diseño adecuado de una edificación y para la definición de parámetros apropiados de habitabilidad y bienestar (Ruiz et al., 2016). Diversos estudios indican que, incluso en espacios diseñados para cumplir con rangos óptimos de confort, siempre existe un porcentaje de usuarios —frecuentemente estimado en torno al 10 %— que manifiesta insatisfacción térmica, lo que evidencia el carácter subjetivo y adaptativo del confort (Sierra, 2012).

No obstante, la investigación en confort ambiental ha permitido establecer rangos de referencia que incrementan la probabilidad de satisfacción para la mayoría de los usuarios. En términos generales, temperaturas interiores comprendidas entre 21 y 26 °C, junto con niveles de humedad relativa situados aproximadamente entre el 20 % y el 80 %, se consideran condiciones aceptables en una amplia variedad de contextos (Givoni, 1998). Estas referencias, si bien no garantizan el confort absoluto, constituyen una base operativa para el diseño arquitectónico y han sido complementadas por enfoques contemporáneos de confort adaptativo y resiliencia climática.

Es importante señalar que la percepción del confort térmico también se ve influida por factores individuales como el metabolismo, la complexión corporal, el grado de actividad física, la vestimenta, el estado de ánimo e incluso características fisiológicas propias de cada individuo. Por esta razón, el objetivo del diseño bioclimático no es eliminar por completo la variabilidad en la percepción del confort, sino controlar las variables ambientales de manera que se maximicen las condiciones de bienestar para el mayor número posible de usuarios.

Entre las variables climáticas más relevantes para el diseño pasivo se encuentran la posición geográfica del sitio —definida por la latitud y la altitud—, las variaciones térmicas diurnas y estacionales, la dirección y velocidad de los vientos predominantes, la presencia de cuerpos de agua, la topografía, el relieve y la vegetación circundante. El análisis integrado de estos factores permite establecer estrategias arquitectónicas que respondan de forma coherente al clima local y que constituyan la base para un diseño bioclimático efectivo y sustentable.

B. Sistemas de clasificación climática aplicados a la arquitectura

La comprensión del clima como condicionante del diseño arquitectónico ha llevado, históricamente, al desarrollo de diversos sistemas de clasificación climática cuyo propósito ha sido organizar y sintetizar la complejidad de los fenómenos atmosféricos. Estas clasificaciones permiten identificar patrones generales de temperatura, precipitación y humedad, facilitando el análisis territorial y la toma de decisiones en múltiples disciplinas, incluida la arquitectura. Sin embargo, no todas las clasificaciones climáticas resultan igualmente operativas para el diseño arquitectónico, ya que muchas de ellas fueron concebidas con fines predominantemente científicos, geográficos o estadísticos, y no necesariamente orientadas a la habitabilidad o al confort humano.

Uno de los sistemas más influyentes a nivel internacional es la clasificación climática de Köppen, posteriormente adaptada para el contexto mexicano por García (2004). Esta propuesta se basa en relaciones entre temperatura media, precipitación y vegetación dominante, lo que la convierte en una herramienta sólida para el análisis climático a escala regional y nacional. No obstante, su nivel de generalización y su enfoque principalmente ecológico limitan su aplicación directa en el diseño arquitectónico, ya que no establece vínculos explícitos con estrategias pasivas ni con condiciones de confort en espacios habitados.

A partir de estas limitaciones, diversos autores han propuesto enfoques climáticos más cercanos al diseño arquitectónico. Olgyay (1963) fue uno de los pioneros en vincular el clima con la forma arquitectónica mediante el análisis de variables como la radiación solar, la temperatura, la humedad y el viento, introduciendo herramientas como los diagramas bioclimáticos para orientar decisiones de diseño. Posteriormente, Givoni, desde la década de 1960 (Givoni, 1998), amplió esta visión al integrar rangos de confort térmico y estrategias pasivas específicas, proponiendo métodos que permiten relacionar condiciones climáticas con soluciones arquitectónicas concretas.

En el contexto iberohispano, Sierra (2012) retomó estos principios y los adaptó a condiciones climáticas diversas, enfatizando la importancia del confort higrotérmico y del uso de estrategias pasivas como elemento central del diseño sustentable. Estas propuestas representan avances significativos al acercar la información climática al ámbito proyectual; sin embargo, en México, su aplicación efectiva continúa requiriendo procesos de adaptación local y una adecuada interpretación de las condiciones climáticas particulares del territorio.

En México, diversas instituciones han desarrollado clasificaciones climáticas con distintos grados de aplicación arquitectónica. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), a través del trabajo de Fuentes y Figueroa (1989), propuso una clasificación orientada al confort humano, considerando la interacción entre temperatura y humedad como variables fundamentales. Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ha desarrollado bases de datos y herramientas para la caracterización climática del territorio desde una perspectiva técnica y estadística (INEGI, 2010), mientras que el INFONAVIT ha utilizado parte de esta información para establecer criterios relacionados con la vivienda sustentable (INFONAVIT, 2012).

Si bien estas clasificaciones y herramientas aportan información valiosa, una de las principales dificultades para estudiantes y profesionales de la arquitectura radica en traducir estos sistemas climáticos en criterios operativos de diseño aplicables desde las etapas iniciales del proyecto. En muchos casos, el análisis climático permanece como un ejercicio descriptivo o se incorpora de manera tardía, limitando su influencia en la configuración arquitectónica y reduciendo su impacto en la toma de decisiones proyectuales.

En este sentido, las diferencias entre las distintas clasificaciones no deben entenderse como una jerarquía de precisión científica, sino como una diferencia en sus objetivos y ámbitos de aplicación. Mientras que sistemas como Köppen-García buscan explicar las relaciones entre clima, precipitación y vegetación dominante, y las bases de datos desarrolladas por INEGI poseen una finalidad principalmente estadística y territorial, las propuestas orientadas al confort humano, como la clasificación del IMSS, y aquellas desarrolladas específicamente para la vivienda, como la clasificación bioclimática de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), presentan una relación más directa con las necesidades de habitabilidad. Esta orientación permite una traducción más

inmediata de la información climática en estrategias de diseño pasivo y criterios de confort aplicables al proyecto arquitectónico.

La Tabla I presenta una comparación general entre algunos de los principales sistemas de clasificación climática utilizados en México, destacando sus variables principales, su finalidad original y su nivel de operatividad para el diseño arquitectónico.

Ante esta situación, resulta necesario contar con un sistema de clasificación climática que, además de caracterizar el territorio, permita establecer una relación clara entre clima, confort y estrategias pasivas. En este contexto, la clasificación bioclimática de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) constituye una herramienta particularmente pertinente para fines proyectuales, debido a que fue desarrollada con un enfoque orientado a la habitabilidad y al diseño de la vivienda. Esta característica la convierte en una base adecuada para articular la información climática con criterios arquitectónicos y estrategias pasivas, aspecto que se desarrolla en el apartado siguiente.

TABLA I
COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA APLICADOS A LA ARQUITECTURA

Sistema	Variables principales	Finalidad original	Nivel de operatividad para el diseño
Köppen-García	Temperatura, precipitación y vegetación	Clasificación climática y ecológica	Bajo
IMSS (Fuentes y Figueroa)	Temperatura y humedad	Confort humano	Medio
INEGI-INFONAVIT	Variables climáticas y estadísticas territoriales	Caracterización territorial y vivienda	Medio
CONAVI	Temperatura y humedad asociadas a la habitabilidad	Diseño bioclimático de vivienda	Alto

Fuente: Elaboración propia a partir de García (2004), Fuentes y Figueroa (1989), INEGI (2010), INFONAVIT (2012) y CONAVI (2006).

C. La Clasificación Bioclimática de CONAVI

La clasificación bioclimática propuesta por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) surge como una herramienta orientada específicamente al diseño arquitectónico y urbano en el contexto mexicano, con especial énfasis en la vivienda y el confort ambiental. A diferencia de otros sistemas de clasificación climática desarrollados con fines predominantemente científicos, ecológicos o estadísticos, la propuesta de CONAVI se concibe con un carácter operativo, es decir, con la intención explícita de relacionar la caracterización climática del territorio con criterios de diseño y estrategias

pasivas aplicables a proyectos arquitectónicos reales (CONAVI, 2006).

El origen de esta clasificación se encuentra en los trabajos desarrollados por la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), particularmente en la guía Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales (CONAFOVI, 2005), en la cual el país se divide inicialmente en grandes regiones ecológicas. Esta primera aproximación considera variables territoriales amplias, como el tipo de vegetación predominante, los regímenes de precipitación y las condiciones generales del paisaje, permitiendo comprender el contexto ambiental de manera integral.

A partir de esta base ecológica se desarrolla un proceso de especialización que centra el análisis en las características climáticas asociadas a la temperatura y la humedad, con el propósito de identificar las condiciones necesarias para alcanzar niveles adecuados de confort en las edificaciones. Este proceso de acercamiento progresivo, desde una visión territorial amplia hacia una lectura bioclimática orientada a la habitabilidad, constituye uno de los principales aportes del modelo, ya que facilita la traducción de información climática compleja en categorías comprensibles y utilizables por arquitectos y diseñadores.

La Fig. 1 presenta la clasificación climática general propuesta por CONAVI, la cual constituye la base para la identificación de los principales bioclimas presentes en el territorio nacional.



Fig. 1. Clasificación climática general de CONAVI.

La clasificación bioclimática de CONAVI organiza el territorio nacional en distintos bioclimas que reflejan combinaciones específicas de temperatura y humedad, tales como climas cálidos secos, cálidos húmedos, templados y semifríos, entre otros (ver Tabla II). Cada uno de estos bioclimas presenta necesidades ambientales diferenciadas que requieren respuestas arquitectónicas específicas para garantizar condiciones adecuadas de confort térmico. De esta manera, la clasificación no se limita a describir el clima, sino que establece una relación implícita entre las características ambientales del lugar y las estrategias generales de acondicionamiento pasivo.

TABLA II
CONDICIONES CLIMÁTICAS DOMINANTES POR BIOCLIMAS DE MÉXICO

BIOCLIMA CONAVI	CONDICIONES CLIMÁTICAS DOMINANTES
CÁLIDOS (Necesidad de Enfriamiento)	
Cálido seco (Torreón, La Paz, Culiacán, Gómez Palacio)	Altas temperaturas diurnas, baja humedad, alta radiación solar, gran oscilación térmica
Cálido húmedo (Acapulco, Cancún, Veracruz, Villahermosa)	Altas temperaturas y alta humedad, baja oscilación térmica
Cálido semihúmedo (Mérida, Colima, Mazatlán, Tuxtla Gutiérrez)	Temperaturas elevadas, humedad media, radiación intensa
Cálido extremoso (Mexicali, Hermosillo, Ciudad Juárez, Chihuahua)	Temperaturas muy altas, radiación intensa, variaciones marcadas
TEMPLADOS (Necesidad de Equilibrio)	
Templado seco (Aguascalientes, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí)	Temperaturas moderadas, humedad media-baja y oscilación térmica moderada
Templado húmedo (Tepic, Cuernavaca)	Temperaturas moderadas, humedad media-alta
SEMIFRÍOS (Necesidad de Calentamiento)	
Semifrío seco (Zacatecas, Tulancingo, Durango, Saltillo)	Temperaturas bajas, baja humedad, alta radiación invernal
Semifrío subhúmedo (Ciudad de México, Toluca, Puebla, Morelia, Tlaxcala)	Temperaturas bajas, humedad alta
Semifrío húmedo (frío de montaña) (Xalapa)	Temperaturas bajas, alta humedad y presencia de vientos dominantes

Condiciones climáticas y ciudades representativas por bioclima.

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación bioclimática y datos de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2006).

Otro aspecto relevante de la clasificación de CONAVI es su capacidad para integrarse con otros sistemas climáticos empleados en México, como la clasificación Köppen-García, los criterios del IMSS y las bases de datos generadas por INEGI e INFONAVIT. Esta compatibilidad permite aprovechar información climática previamente disponible y reorganizarla desde una perspectiva centrada en la habitabilidad y el desempeño ambiental de las edificaciones.

Desde una perspectiva proyectual y didáctica, una de las principales fortalezas de la clasificación de CONAVI radica en su capacidad para servir como punto de partida del proceso de diseño bioclimático. La identificación del bioclima desde las etapas iniciales del proyecto permite establecer prioridades en términos de captación o control de la radiación solar, ventilación natural, manejo de la oscilación térmica y protección frente a condiciones extremas. De esta manera, las decisiones volumétricas, espaciales y constructivas pueden alinearse con las condiciones ambientales del sitio desde el inicio del proceso de diseño, evitando soluciones correctivas posteriores.

En este sentido, la clasificación bioclimática de CONAVI constituye una base adecuada para la aplicación de metodologías de diseño pasivo, como el método TERMOS, ya que proporciona un marco climático claro a partir del cual es

posible seleccionar y jerarquizar estrategias pasivas acordes con las condiciones ambientales predominantes de cada región.

III. METODOLOGÍA

A. Enfoque metodológico

La presente investigación adopta un enfoque documental, comparativo y propositivo, orientado a desarrollar una estructura metodológica que facilite la traducción de la información climática en criterios de diseño arquitectónico aplicables al contexto mexicano. El estudio parte del reconocimiento de que una parte importante de los modelos y herramientas de análisis climático utilizados en arquitectura han sido desarrollados en contextos geográficos, económicos y culturales distintos a los de México. Diversos enfoques provenientes de países con latitudes elevadas y climas más severos han privilegiado estrategias centradas en el aislamiento térmico y en el uso de envolventes de alto desempeño energético (Passive House Institute, 2016). Si bien estas metodologías poseen una sólida fundamentación técnica, su aplicación en contextos climáticos, económicos y constructivos diferentes requiere procesos de adaptación que permitan responder adecuadamente a las particularidades locales.

En términos generales, México presenta una amplia diversidad climática, elevados niveles de radiación solar y condiciones de oscilación térmica que, en muchas regiones, pueden ser atendidas mediante estrategias arquitectónicas pasivas. Asimismo, las condiciones económicas y los presupuestos disponibles para la construcción en países en desarrollo condicionan la viabilidad de soluciones altamente tecnificadas o dependientes de sistemas mecánicos intensivos en energía. Bajo estas consideraciones, la investigación plantea la necesidad de construir un marco metodológico ajustado a las condiciones climáticas, económicas y sociales del territorio mexicano, priorizando estrategias pasivas de bajo costo, bajo impacto ambiental y alta pertinencia climática.

El estudio se estructura a partir de cuatro etapas: i) revisión documental de referentes teóricos y técnicos relacionados con el diseño bioclimático; ii) análisis comparativo de distintos sistemas de clasificación climática utilizados en México; iii) sistematización de variables ambientales y su traducción en criterios arquitectónicos; y iv) construcción del modelo bioclima-TERMOS mediante la vinculación entre los bioclimas de CONAVI y las estrategias pasivas RMOS.

B. Análisis comparativo de sistemas de clasificación climática

Como parte central del proceso metodológico se realizó un análisis documental comparativo de diferentes sistemas de clasificación climática utilizados en el ámbito arquitectónico. Se revisaron la adaptación mexicana de la clasificación de Köppen realizada por García (2004), la clasificación climática desarrollada por Fuentes y Figueroa para el Instituto Mexicano del Seguro Social (1989), las bases de información climática generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), los criterios de sustentabilidad empleados por

INFONAVIT (2012), así como las propuestas desarrolladas por CONAFOVI (2005) y la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2006).

La comparación entre estos sistemas se llevó a cabo considerando variables relacionadas con la caracterización climática y su aplicación arquitectónica, entre ellas temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, comportamiento del viento, relación con el confort ambiental y grado de operatividad para el diseño arquitectónico. El propósito de esta comparación no fue establecer una jerarquía entre clasificaciones, sino identificar aquellas características que favorecen una traducción más eficiente de la información climática en criterios de diseño.

Los resultados de este análisis permitieron reconocer que las diferentes clasificaciones responden a objetivos distintos. Mientras que algunas poseen una orientación predominantemente ecológica o estadística, otras presentan una relación más directa con la habitabilidad y el confort humano. En este contexto, la clasificación bioclimática de CONAVI fue seleccionada como base del modelo propuesto debido a su enfoque orientado a la vivienda y a su capacidad para relacionar las condiciones climáticas con estrategias generales de acondicionamiento ambiental.

C. *Sistematización climática y traducción a criterios arquitectónicos*

Una vez seleccionada la clasificación bioclimática de CONAVI, se procedió a la sistematización de las variables ambientales asociadas a cada bioclima. El análisis consideró las condiciones dominantes de temperatura y humedad, así como el comportamiento general de la radiación solar, la ventilación natural y las variaciones térmicas presentes en las distintas regiones del país.

A partir de esta información se identificaron las principales necesidades ambientales asociadas a cada bioclima, distinguiendo contextos en los que predominan requerimientos de enfriamiento, calentamiento o equilibrio térmico. Este proceso permitió transformar la información climática en criterios arquitectónicos operativos, estableciendo relaciones entre las características ambientales del sitio y las estrategias pasivas más adecuadas para responder a ellas.

La sistematización propuesta busca facilitar la toma de decisiones durante las etapas tempranas del proceso de diseño, permitiendo que variables como la orientación, la captación o protección solar, la ventilación natural y el aprovechamiento de la masa térmica puedan incorporarse desde el inicio del proyecto arquitectónico.

D. *Construcción del modelo bioclima-TERMOS*

La última etapa metodológica consistió en la construcción del modelo bioclima-TERMOS, cuyo propósito es establecer una relación sistemática entre las condiciones climáticas predominantes de cada bioclima y las estrategias pasivas del método TERMOS.

Para ello, los bioclimas identificados por la clasificación de CONAVI fueron analizados a partir de sus necesidades ambientales dominantes, las cuales se vincularon con las variables RMOS: Radiación, Movimiento del aire, Oscilación térmica y Sonoridad. Esta relación permitió organizar y jerarquizar las estrategias pasivas de acuerdo con su importancia relativa en cada contexto climático.

La jerarquización se realizó con base en la influencia que cada variable ejerce sobre las condiciones de confort higrotérmico y sobre las necesidades de acondicionamiento ambiental de las edificaciones. Con este propósito, se analizaron las características predominantes de cada bioclima y se establecieron relaciones entre las variables ambientales y las estrategias pasivas con mayor potencial de respuesta.

Como resultado de este proceso se elaboraron matrices y tablas comparativas que permiten establecer correspondencias entre bioclima, variables ambientales dominantes y estrategias de diseño pasivo. La primera de estas sistematizaciones corresponde a la caracterización de las condiciones climáticas predominantes asociadas a los principales bioclimas del territorio nacional, cuyos resultados se presentan en la sección siguiente.

De esta manera, el modelo bioclima-TERMOS se plantea como una estructura metodológica orientada a facilitar la incorporación del análisis climático en el proceso proyectual, proporcionando una base conceptual para la selección de estrategias pasivas acordes con las condiciones ambientales predominantes de cada región del territorio mexicano, como se muestra en la Fig. 2.

IV. DESARROLLO DEL MODELO BIOCLIMA-TERMOS Y SU RELACIÓN CON LOS BIOCLIMAS DE CONAVI

A partir de la identificación de las condiciones climáticas dominantes de los principales bioclimas presentes en México, se plantea el modelo bioclima-TERMOS como una propuesta metodológica orientada a establecer una relación sistemática entre el análisis climático del sitio y la toma de decisiones arquitectónicas dirigidas al confort ambiental y la sostenibilidad. Este modelo se deriva de la metodología TERMOS y tiene como objetivo traducir la información climática en criterios operativos de diseño pasivo aplicables desde las etapas iniciales del proyecto arquitectónico.

La lógica del modelo parte del reconocimiento de que el desempeño ambiental de un edificio no depende exclusivamente de la incorporación de tecnologías activas o sistemas mecánicos en fases avanzadas del diseño, sino fundamentalmente de decisiones tempranas relacionadas con la forma arquitectónica, la orientación, la organización espacial, la relación con el entorno y la selección de sistemas constructivos. En este sentido, el modelo bioclima-TERMOS establece una relación entre el bioclima identificado —según la clasificación de CONAVI— y un conjunto jerarquizado de estrategias pasivas que orientan el desarrollo del proyecto.

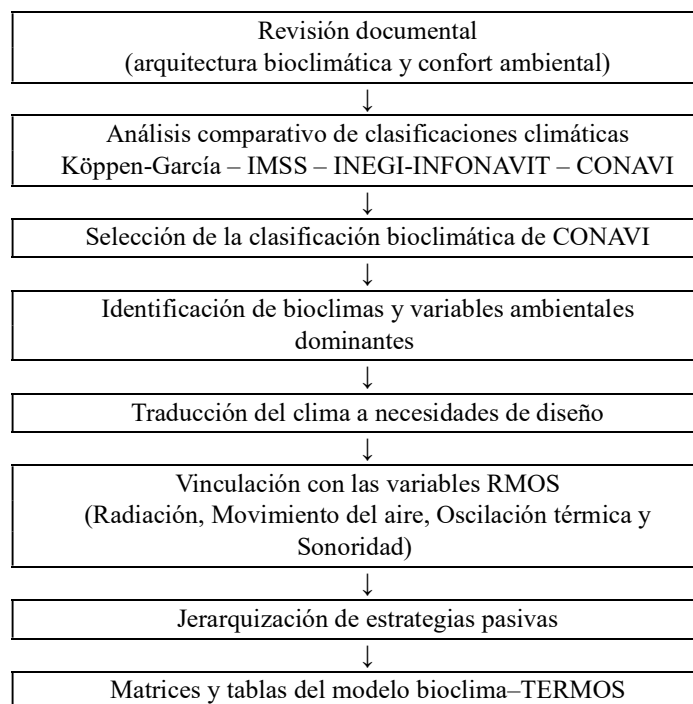


Fig. 2. Esquema metodológico del modelo bioclimático TERMOS

De esta manera, el modelo funciona como un vínculo entre el diagnóstico climático y la propuesta arquitectónica, permitiendo asociar cada bioclima con prioridades específicas de diseño que responden a las necesidades predominantes de enfriamiento, equilibrio térmico o calentamiento, así como al control de la radiación solar, la ventilación natural y la oscilación térmica.

A. Estrategias pasivas del método TERMOS (RMOS)

La metodología TERMOS constituye una propuesta integral para el desarrollo de proyectos arquitectónicos, orientada a incorporar de manera sistemática el análisis de variables ambientales clave y a traducirlas en estrategias pasivas que favorezcan el confort higrotérmico y la sostenibilidad de la edificación. Su principal aporte consiste en estructurar el proceso de diseño como una secuencia lógica de análisis y toma de decisiones que permite integrar criterios bioclimáticos desde las etapas iniciales del proyecto.

El acrónimo TERMOS representa dicha secuencia:

T – Tipo de proyecto, que define las condiciones iniciales a partir de la solicitud del cliente, el uso previsto, la escala, los recursos disponibles, el marco normativo y las características particulares del sitio.

E – Entorno, entendido como un análisis multiescalar que integra dimensiones sociales, urbanas, económicas, culturales y ambientales, con especial atención al contexto climático.

R – Radiación, M – Movimiento del aire, O – Oscilación térmica y S – Sonoridad, que conforman el núcleo de las estrategias pasivas orientadas al control ambiental del edificio.

Dentro de esta estructura, el análisis del Tipo de Proyecto (T) y del Entorno (E) establece el marco de factibilidad y las condiciones contextuales bajo las cuales se desarrollará la edificación. Estas etapas permiten identificar restricciones y oportunidades del proyecto y constituyen la base para la aplicación de las variables RMOS, las cuales responden de manera específica a las condiciones ambientales del lugar.

Radiación (R)

La radiación solar es una de las variables con mayor incidencia en el comportamiento térmico de los edificios. Su análisis permite definir estrategias de captación, control o rechazo del asoleamiento en función del bioclima identificado. Entre las principales decisiones arquitectónicas asociadas se encuentran la orientación del edificio, la disposición y proporción de los vanos, el empleo de dispositivos de sombreado, la selección de materiales y el aprovechamiento de la masa térmica. En bioclimas con predominio de condiciones cálidas, el control de la radiación directa resulta prioritario, mientras que en bioclimas fríos o semifríos la captación solar pasiva constituye un recurso fundamental para mejorar el confort interior.

Movimiento del aire (M)

El análisis del movimiento del aire permite aprovechar la ventilación natural como estrategia pasiva para la disipación del calor, el control de la humedad y la mejora del confort higrotérmico. Esta variable se traduce en decisiones relacionadas con la ubicación, tamaño y relación de las aberturas, la ventilación cruzada, la incorporación de patios, dobles alturas o chimeneas solares, así como la articulación entre espacios interiores y exteriores. Dependiendo del bioclima, la ventilación puede plantearse como permanente, estacional o controlada.

Oscilación térmica (O)

La oscilación térmica diaria y estacional influye directamente en la selección de materiales y sistemas constructivos. El análisis de esta variable permite definir el uso adecuado de masa térmica, aislamiento y estrategias de amortiguamiento térmico. En bioclimas con alta oscilación térmica, la inercia térmica se convierte en un elemento clave para estabilizar las condiciones interiores; en contraste, en bioclimas con baja oscilación se priorizan soluciones constructivas ligeras que eviten la acumulación excesiva de calor.

Sonoridad (S)

La sonoridad forma parte de las condiciones ambientales que influyen en el confort de los usuarios. Esta variable se relaciona con la protección frente a fuentes de ruido externas, la configuración espacial del edificio, el uso de barreras naturales o artificiales y la selección de materiales con propiedades acústicas adecuadas. Su inclusión dentro del esquema RMOS refuerza el carácter integral de la metodología TERMOS al incorporar una dimensión complementaria del confort ambiental más allá del comportamiento térmico.

En conjunto, las etapas T–E–RMOS permiten estructurar una respuesta arquitectónica coherente con las condiciones climáticas y contextuales del sitio, integrando de manera jerarquizada las variables ambientales dentro del proceso de diseño y preparando el marco conceptual para su vinculación con los bioclimas definidos por CONAVI.

B. Correspondencia entre bioclimas CONAVI y variables RMOS

La vinculación entre la clasificación bioclimática propuesta por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y las estrategias pasivas RMOS del método TERMOS se fundamenta en una lógica de asignación climática que prioriza las variables ambientales más determinantes para cada bioclima. A partir del análisis integrado de temperatura, humedad, radiación solar y oscilación térmica característicos de cada región, es posible identificar las estrategias pasivas que adquieren mayor relevancia dentro del proceso de diseño arquitectónico.

Esta correspondencia no se concibe como una relación rígida ni excluyente, sino como un sistema flexible de prioridades que orienta la toma de decisiones desde las primeras etapas del proyecto (ver Tabla III. Correspondencia entre RMOS y bioclima). En este sentido, cada bioclima presenta una combinación particular de condiciones ambientales que exige respuestas arquitectónicas diferenciadas. Por ejemplo, en los bioclimas cálidos húmedos, donde predominan altas temperaturas y elevados niveles de humedad, el movimiento del aire y el control de la radiación solar constituyen variables prioritarias para garantizar el confort higrotérmico. Por el contrario, en los bioclimas semifríos, la captación solar pasiva y la adecuada gestión de la oscilación térmica adquieren una mayor importancia para mejorar las condiciones interiores durante los periodos más fríos.

La clasificación bioclimática de CONAVI permite identificar las condiciones climáticas dominantes del territorio mexicano y establecer una base para la definición de criterios generales de diseño pasivo adaptados a cada región climática (CONAVI, 2006). De esta manera, la caracterización climática constituye el punto de partida para la traducción de la información ambiental en estrategias arquitectónicas concretas, evitando la aplicación de soluciones genéricas o descontextualizadas.

El modelo bioclima–TERMOS propone una correspondencia entre los bioclimas identificados y las variables RMOS, jerarquizando las prioridades de diseño en función de las necesidades predominantes de enfriamiento, equilibrio térmico o calentamiento. La síntesis de esta vinculación se expresa mediante la Tabla III, en la que se muestra la importancia relativa de las variables Radiación (R), Movimiento del aire (M), Oscilación térmica (O) y Sonoridad (S) para cada uno de los bioclimas definidos por la clasificación de CONAVI.

TABLA III
CORRESPONDENCIA ENTRE RMOS Y BIOCLIMA

Bioclima	R	M	O	S
Cálido seco	Alta	Media	Muy alta	Variable
Cálido húmedo	Alta	Muy alta	Baja	Variable
Cálido semihúmedo	Alta	Alta	Media	Variable
Cálido extremoso	Muy alta	Alta	Muy alta	Variable
Templado seco	Media	Media	Alta	Variable
Templado húmedo	Media	Alta	Media	Variable
Semifrío seco	Alta	Baja	Muy alta	Variable
Semifrío subhúmedo	Alta	Baja	Alta	Variable
Semifrío húmedo (frío de montaña)	Alta	Media	Alta	Variable

R = Radiación; M = Movimiento del aire; O = Oscilación térmica; S = Sonoridad.

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación bioclimática de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2006) y de la sistematización de variables del método TERMOS.

En este contexto, la Tabla IV presenta los criterios generales para el diseño pasivo por bioclima en México entre los bioclimas identificados y las variables RMOS, jerarquizando las decisiones de diseño en función de las necesidades predominantes de enfriamiento, equilibrio térmico o calentamiento. La síntesis de esta vinculación se expresa mediante matrices y tablas conceptuales que facilitan su comprensión y aplicación tanto en el ámbito académico como en la práctica profesional. También se integran las condiciones climáticas dominantes con las estrategias arquitectónicas prioritarias asociadas a cada caso. Esta tabla constituye una herramienta de apoyo para la interpretación del clima y la formulación de criterios generales de diseño. No obstante, la definición específica de cada estrategia requiere un análisis detallado de las variables RMOS y de las características particulares del sitio y del proyecto.

TABLA IV
CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO PASIVO POR BIOCLIMAS DE MÉXICO

BIOCLIMA CONAVI	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO PASIVO
CÁLIDOS (Necesidad de Enfriamiento)	
Cálido seco	Control solar, alta inercia térmica, ventilación nocturna, patios sombreados
Cálido húmedo	Ventilación permanente, espacios abiertos, protección solar, reducción de masa térmica
Cálido semihúmedo	Sombreado eficiente, ventilación cruzada, control de radiación directa
Cálido extremoso	Protección solar intensiva, estrategias de enfriamiento pasivo y ventilación controlada
TEMPLADOS (Necesidad de Equilibrio)	
Templado seco	Aprovechamiento solar invernal, control nocturno, masa térmica moderada
Templado húmedo	Ventilación controlada, control de humedad, protección solar parcial
SEMIFRÍOS (Necesidad de Calentamiento)	
Semifrío seco	Captación solar, aislamiento térmico, control de infiltraciones
Semifrío subhúmedo	Captación solar pasiva, aislamiento, ventilación controlada
Semifrío húmedo (frío de montaña)	Ganancia solar máxima, alta inercia térmica, protección contra viento

Estrategias de diseño pasivo por bioclima de México.

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación bioclimática y datos de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2006).

En conjunto, la articulación entre la clasificación bioclimática de CONAVI y las estrategias pasivas del método TERMOS permite estructurar una propuesta metodológica orientada a traducir la información climática en criterios generales de diseño arquitectónico. La utilización de matrices y tablas de síntesis facilita la comprensión de las relaciones entre bioclima y estrategias pasivas, proporcionando una herramienta de apoyo para la toma de decisiones proyectuales desde las primeras etapas del proceso de diseño.

Este enfoque busca reducir la brecha existente entre el análisis climático y la formalización arquitectónica, al establecer una secuencia lógica que vincula datos ambientales, prioridades bioclimáticas y estrategias pasivas generales. Asimismo, el modelo bioclima-TERMOS refuerza la idea de que el confort ambiental y la sostenibilidad pueden incorporarse como principios estructurantes del diseño arquitectónico, en lugar de abordarse únicamente mediante soluciones correctivas posteriores.

La sistematización propuesta resulta particularmente pertinente para el contexto mexicano y podría adaptarse a regiones con condiciones climáticas equivalentes, siempre que

se disponga de información climática confiable y se realicen las adecuaciones correspondientes. En este sentido, el modelo bioclima-TERMOS se plantea como una herramienta metodológica con potencial de aplicación tanto en procesos académicos como en la práctica profesional. No obstante, su validación mediante estudios de caso, simulaciones energéticas y evaluaciones de desempeño constituye una línea de investigación futura.

V. CONCLUSIÓN

La presente investigación permitió desarrollar una propuesta metodológica para la articulación entre la clasificación bioclimática de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y las estrategias pasivas del método TERMOS, con el propósito de facilitar la incorporación del análisis climático en el proceso de diseño arquitectónico. La sistematización planteada establece una relación entre los bioclimas del territorio nacional y criterios generales de diseño pasivo, proporcionando una base conceptual orientada a la toma de decisiones desde las etapas iniciales del proyecto.

Uno de los principales aportes del trabajo consiste en la traducción de información climática en criterios arquitectónicos operativos, permitiendo una interpretación del clima con fines proyectuales y favoreciendo su incorporación dentro del proceso proyectual. Asimismo, el análisis comparativo entre diferentes sistemas de clasificación climática permitió identificar las ventajas operativas de la clasificación bioclimática de CONAVI para fines de diseño arquitectónico, debido a su orientación hacia la habitabilidad y el confort ambiental.

La estructura del modelo bioclima-TERMOS refuerza el carácter didáctico de la metodología, al organizar el proceso de diseño mediante tablas y matrices conceptuales que facilitan la comprensión de las relaciones entre clima, confort y estrategias pasivas. En este sentido, la propuesta presenta un potencial de aplicación tanto en el ámbito académico como en la práctica profesional, particularmente en contextos climáticos y socioeconómicos similares a los de México.

Por otra parte, la incorporación de la variable Sonoridad dentro del esquema RMOS amplía el enfoque tradicional del diseño bioclimático al considerar una dimensión complementaria del confort ambiental. A diferencia de las variables asociadas a la radiación solar, el movimiento del aire y la oscilación térmica, su aplicación no depende directamente del bioclima, sino de las características particulares del entorno urbano y de las condiciones acústicas específicas de cada proyecto, razón por la cual requiere un análisis adicional en función del contexto inmediato.

Finalmente, es importante señalar que el alcance de esta investigación corresponde al desarrollo de una propuesta metodológica fundamentada en un análisis documental y comparativo. En consecuencia, la validación del modelo mediante estudios de caso, simulaciones energéticas, monitoreo ambiental y evaluaciones postocupacionales constituye una línea de investigación futura. Del mismo modo, la aplicación del modelo en distintas tipologías arquitectónicas y contextos

climáticos permitirá evaluar su alcance y contribuir al fortalecimiento de metodologías de diseño pasivo adaptadas a las condiciones ambientales, económicas y sociales de cada región.

En este sentido, el modelo bioclima–TERMOS constituye una propuesta metodológica orientada a fortalecer la incorporación del clima como variable estructurante del proyecto arquitectónico, favoreciendo el desarrollo de edificaciones más confortables, eficientes y ambientalmente responsables.

REFERENCIAS

- Bera, M., Kumar Nag, P. y Das, S. (2025). Optimizing energy efficiency in low-cost coastal dwellings: A quantitative analysis of energy consumption patterns and bioclimatic design strategies in tropical coastal environments. *Next Research*, 2(3), 100675. <https://doi.org/10.1016/j.nexres.2025.100675>
- Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI). (2005). Guía para el diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales. CONAFOVI.
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). (2006). Guía de diseño bioclimático para la vivienda en México. CONAVI.
- Díaz Mellado, E., López Cabeza, V. P., Rivera Gómez, C. y Galán Marín, C. (2023). Seasonal analysis of thermal comfort in Mediterranean social courtyards: A comparative study. *Journal of Building Engineering*, 78, 107756. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.107756>
- Edwards, B. (2009). Guía básica de la sostenibilidad. Editorial Gustavo Gili.
- Fuentes, V. y Figueroa, J. (1989). Criterios de adecuación bioclimática en la arquitectura. Instituto Mexicano del Seguro Social/uam Azcapotzalco.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (5.ª ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons.
- INFONAVIT. (2012). Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2010. INEGI.
- Olgyay, V. (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press.
- Passive House Institute. (2016). *Passive House Planning Package (PHPP): Requirements for energy efficient buildings*. PHI.
- Ruiz Morales, M., Acosta Collazo, A., Ortiz Lozano, J. A. y López López, J. L. (2016). *Casa sustentable para comunidades vulnerables. Manual para el desarrollo del hábitat sostenible*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Sierra, J. (2012). *Arquitectura bioclimática: Fundamentos, estrategias y aplicaciones*. Editorial Gustavo Gili.