

Estudio Bioclimático de Viviendas para Reducir la Prevalencia de Síntomas del Edificio Enfermo en el Municipio de Autlán de Navarro, Jalisco

Alfredo Luna Soto

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, alfred@cucsur.udg.mx

Carlos Ortega Pérez

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, carlosor@cucsur.udg.mx

Jorge Arturo Pelayo López

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, jorgep@cucsur.udg.mx

Juan Ricardo Gutiérrez Cardona

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, jcardona@cucsur.udg.mx

César Sedano de la Rosa

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, cesar.sedano@cucsur.udg.mx

Francisco Bernabe Ramos

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, fbernabe@cucsur.udg.mx

Daniel Edén Ramírez Arreola

Universidad de Guadalajara, Autlán de la Grana, Jalisco, México, daniel.ramirez@cucsur.udg.mx

RESUMEN

En este proyecto se analizaron los factores que integran el sitio y su entorno natural, a fin de obtener las estrategias de diseño bioclimático aplicables en los diseños arquitectónicos y de esta forma buscar confort en las edificaciones que presentan humedad pudiendo generar problemas respiratorios en los habitantes de las diferentes viviendas, así como la integración con el medio ambiente y la reducción del consumo energético. Se estudiaron los parámetros climatológicos y sus interrelaciones para definir estrategias de diseño bioclimático aplicables a las viviendas de la ciudad de Autlán de Navarro, Jalisco. Además, se analizaron las temperaturas horarias y su relación con el movimiento aparente del sol, por medio del estudio de la geometría solar de la zona. Las estrategias obtenidas fueron aplicadas al proyecto de una casa habitación para la Colonia Valle la Grana. También se evaluó el movimiento del viento al interior de la vivienda a través del análisis de la ventilación por medio del cálculo de ventilación natural. Finalmente, se revisó el confort lumínico por medio del cálculo de luz diurna y la evaluación energética por medio de la norma NOM-020-ENER-2011.

Palabras claves: Estudio bioclimático, viviendas, confort, diseño arquitectónico

ABSTRACT

In this project, the factors that make up the site and its natural environment are analyzed, in order to obtain bioclimatic design strategies of applicable architectural designs and thus find comfort in buildings that have moisture may generate respiratory problems in people of different housings, and how integration with the environment and reducing energy consumption. Climatological parameters and their interrelationships were studied to define bioclimatic design strategies applicable to homes in Autlán de Navarro, Jalisco. In addition,

hourly temperatures and its relation to the apparent movement of the sun, through the study of solar geometry of the analyzed area. The strategies obtained were applied to the project of a home room for neighborhood Valle la Grana. Wind movement into the housing through the analysis of ventilation by calculating natural ventilation was also evaluated. Finally, the lighting comfort by calculating daylight and energy assessment through the standard NOM-020-ENER-2011 was reviewed.

Keywords: Bioclimatic study, housing, comfort, architectural design.

1. INTRODUCCIÓN

En México más de dos terceras partes de la superficie del país presentan condiciones de clima cálido (seco en el norte y húmedo en las costas). Aproximadamente el 23% del total del consumo de energía del país corresponde al sector relacionado con los edificios. Un 75% de la energía que se consume, tiene su origen en la quema de hidrocarburos (Morillón, 2003).

Por lo tanto la vivienda es el ambiente interior donde pasamos la mayor parte del tiempo, generalmente 15 a 16 hrs. por día. Los síntomas de edificio enfermo son un conjunto de padecimientos que se presentan en un edificio en particular y ocasionan varias enfermedades cómo pueden ser alergias o infecciones, éstas se agrupan en la mucosa cutánea (Kreiss, 1989). Los síntomas de enfermedades respiratorias han sido más comunes en los nuevos edificios de viviendas multifamiliares y en propiedades públicas. En un estudio de datos internacionales se concluyó que en los edificios, así como en las viviendas húmedas, se incrementa el riesgo de aparición de síntomas respiratorios, así como otros tipos de malestares (Bornehag et al., 2003).

Un análisis estima que la presencia de la humedad y el moho están asociados con un aumento de aproximadamente el 30-50% en síntomas respiratorios y el asma (Fisk et al., 2007). Con la ventilación de los edificios se puede controlar las concentraciones de algunos contaminantes ocasionados por la humedad y el moho que dan origen al crecimiento de microbios y de síntomas respiratorios (Seppanen et al. 2004).

A lo largo del tiempo la arquitectura se ha enfocado en cubrir las necesidades del ser humano, principalmente la de poseer un espacio confortable y seguro que lo proteja de las condiciones del medio ambiente. Pero fue hasta el siglo XX que el funcionalismo arquitectónico y la preocupación de crear espacios higiénicos, provocaron el resurgimiento de la importancia de la orientación de las edificaciones, esto se vio reflejado en la Carta de Atenas del IV Congreso Mundial de Arquitectos de 1933 IV CIAM (Le, 1942), en donde se declara al sol, la vegetación y el espacio como las tres materias primas del urbanismo. Le Corbusier en 1941, escribió: “Construir para el hombre... es inmediatamente, restituirle el principio y la llave, que es el Sol” (Boesiger, 1988). Los diseñadores deben comenzar los proyectos inscribiendo el curso del sol en el solsticio de invierno y el solsticio de verano, el sol y solo el sol decide la orientación de la casa. En la década de los sesentas, a raíz de la crisis de la energía, la sociedad occidental en general y una parte importante de los arquitectos, descubrieron con sorpresa que las energías convencionales que soportaban esta sociedad no eran un bien ilimitado que podría ser explotado sin ninguna prevención; por lo que en aquel tiempo se replanteó el concepto de edificio moderno, tanto en su concepción funcional como en su composición estética (González, 2003).

El desarrollo de los nuevos sistemas de acondicionamiento ambiental en edificios, como enfriadores y calefactores más complejos, además de las tendencias arquitectónicas del momento, este tipo de diseños se caracterizan por la alta dependencia de los medios de climatización mecánicos, debido a que no se toma en cuenta el entorno donde se ubicará la construcción. En este contexto, alcanzar un nivel de confort depende únicamente de los equipos de climatización, con el consiguiente derroche energético que acarrea su uso (Bornehag et al., 2003).

En la práctica actual, brindar el confort ambiental por medios naturales o “pasivos” a los usuarios de esos espacios, ha sido poco atendido. La falta de confort ambiental en la edificación actual ha propiciado problemas de salud; en aquellos casos en donde se han implementado sistemas de climatización artificial, el diseño bioclimático es inexistente, lo cual resulta en elevados consumos de energía con el consecuente impacto ambiental (García, 2006).

En países como México, debido a su alto grado de radiación solar, resulta de gran importancia controlar su efecto en las edificaciones, puesto que provoca en algunos periodos y horarios, condiciones inadecuadas en el interior de

las mismas. En la actualidad los requerimientos de un diseño bioclimático que conlleve consumos de energía óptimos, otorgan a la orientación de las edificaciones un punto determinante en la búsqueda de lograr el confort en sus exteriores e interiores. Para Fuentes (1991), el diseño bioclimático es el manejo adecuado de la energía solar, de los materiales y sistemas constructivos como elementos básicos de climatización natural. La arquitectura bioclimática integra estos conceptos ambientalistas en el diseño arquitectónico, para lograr una situación de confort en los ocupantes; juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos complejos, aunque ello implica que no se pueda estandarizar.

2. METODOLOGÍA

Según Baruch Givoni, uno de los especialistas en Arquitectura bioclimática más reconocidos del mundo, a partir de su publicación en 1969 del libro "Man, Climate and Architecture" (Hombre, clima y arquitectura). En el que plantea la relación entre el confort humano, el clima y la arquitectura. Para esto su trabajo llega a la síntesis en un climograma realizado sobre un diagrama psicrométrico donde traza una zona de confort higrotérmico para invierno y verano. Luego propone otras zonas donde es posible alcanzar el confort mediante la incorporación y/o aplicación de estrategias de diseño pasivo (Olgay, 1963).

La metodología está fundada en los planteamientos de investigadores como: Olgay (1963) y Szokolay (1984); por su orientación hacia la docencia, se efectúan modificaciones para describir el prototipo de vivienda, equipo de medición y adaptarla a la elaboración de proyectos arquitectónicos bioclimáticos y con ello dar solución a las viviendas enfermas.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO DE VIVIENDA

Se observaron viviendas que por haber atendido a modas arquitectónicas en su construcción, no son adecuados a las condiciones climáticas del lugar y están sujetos al uso convencional de energía en aspectos como aire acondicionado e iluminación artificial en horas del día en que existe luz natural.

De acuerdo a la superficie construida se clasificó la tipología de las viviendas como viviendas de bajo nivel menores a 90 m², las viviendas de interés medio son iguales a 90 m², las residenciales son mayores a 120 m².

La metodología que se presenta para el diseño bioclimático de un edificio parte de un cuidadoso análisis del clima del sitio en el que se construirá, así como de los requisitos impuestos por el tipo de uso de suelo y por el lugar donde quedará ubicado. Los parámetros del clima son: temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, así como radiación solar. Además de éstos, debe definirse los rangos de confort de las personas, animales o plantas que ocuparán el edificio.

2.2 PROCEDIMIENTOS

2.2.1 LEVANTAMIENTO O CENSO DE VIVIENDAS CON SÍNTOMAS VISIBLES DE HUMEDAD, EN EL MUNICIPIO DE AUTLÁN DE NAVARRO, JALISCO

Se analizó viviendas de la colonia Valle la Grana para determinar la humedad que prevalece en esa zona, que como efectos secundarios han ocasionado algunas de las enfermedades respiratorias que padecen los habitantes de esa localidad por el mal uso de los materiales de construcción, la mala orientación, iluminación, ventilación y el no aprovechar la radiación solar, entre otros.

Fórmula para calcular el tamaño de la muestra:

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

De acuerdo a la formula anterior se calculó el tamaño de la muestra resultando ser de 12 viviendas.

2.2.2 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE BIENESTAR TÉRMICO EN CARTA PSICROMÉTRICA

La carta muestra las relaciones y parámetros psicrométricos del aire húmedo, que son:

- Temperatura de bulbo húmedo, que es la temperatura que tiene un bulbo termométrico permanentemente humedecido, la temperatura húmeda es siempre menor a la seca excepto en un ambiente húmedo en la cual serian iguales. En la carta se representa como un conjunto de curvas.
- Temperatura de bulbo seco, medida por un bulbo termométrico seco y se representa en el eje de las abscisas de la carta.
- Humedad absoluta, se expresa como la presión parcial de vapor de agua (en mm de Hg). Se representa en el eje de las ordenadas.
- Humedad relativa, expresada como el porcentaje de humedad respecto al máximo que admite la atmósfera y está representada a través de curvas en la carta.

Baruch Givoni fue el primero en utilizar la carta con fines arquitectónicos, definiendo una zona de confort y distintas estrategias de diseño entre las que se encuentran el calentamiento, ventilación, humidificación, enfriamiento evaporativo, masa térmica, masa térmica con ventilación nocturna y sistemas activos o convencionales de acondicionamiento de aire (Alavéz, 2004).

El anemómetro es el instrumento que nos permite medir la velocidad relativa del aire. Este instrumento será colocado de manera fija en tierra, entonces procederemos a medir la velocidad del aire reinante en el área de estudio, también será colocado en un objeto en movimiento para apreciar la velocidad de movimiento relativo del objeto con respecto al aire en calma. Con este instrumento se va a medir la fuerza del viento o la corriente del aire con una gran precisión incluso a bajas velocidades.

Con el higrómetro medimos la humedad en piso y paredes en las casas habitacionales donde se detecten problemas de humedad, debido a la ventilación inadecuada. Se va a medir con un higrómetro de agujas, que mide la humedad y temperatura para calcular los daños ocasionados por la misma.

Con ello obtendremos cálculos psicrométricos, que permitirán la medición para el deshumidificado y así detectar condiciones que beneficien el crecimiento de moho y hongos, que inducen a situaciones de vida insalubres.

El solarímetro es el instrumento que nos permitirá medir la irradiación solar para el control de la iluminación y calentamiento en las diferentes áreas habitables, se medirá la energía solar promedio mínimo y máximo durante su tiempo de registro. Así poder dar un buen almacenamiento y ahorro de energía. Los datos registrados se podrán leer en las gráficas que nos permitirá dar una interpretación.

2.3. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS DATOS CLIMATOLÓGICOS

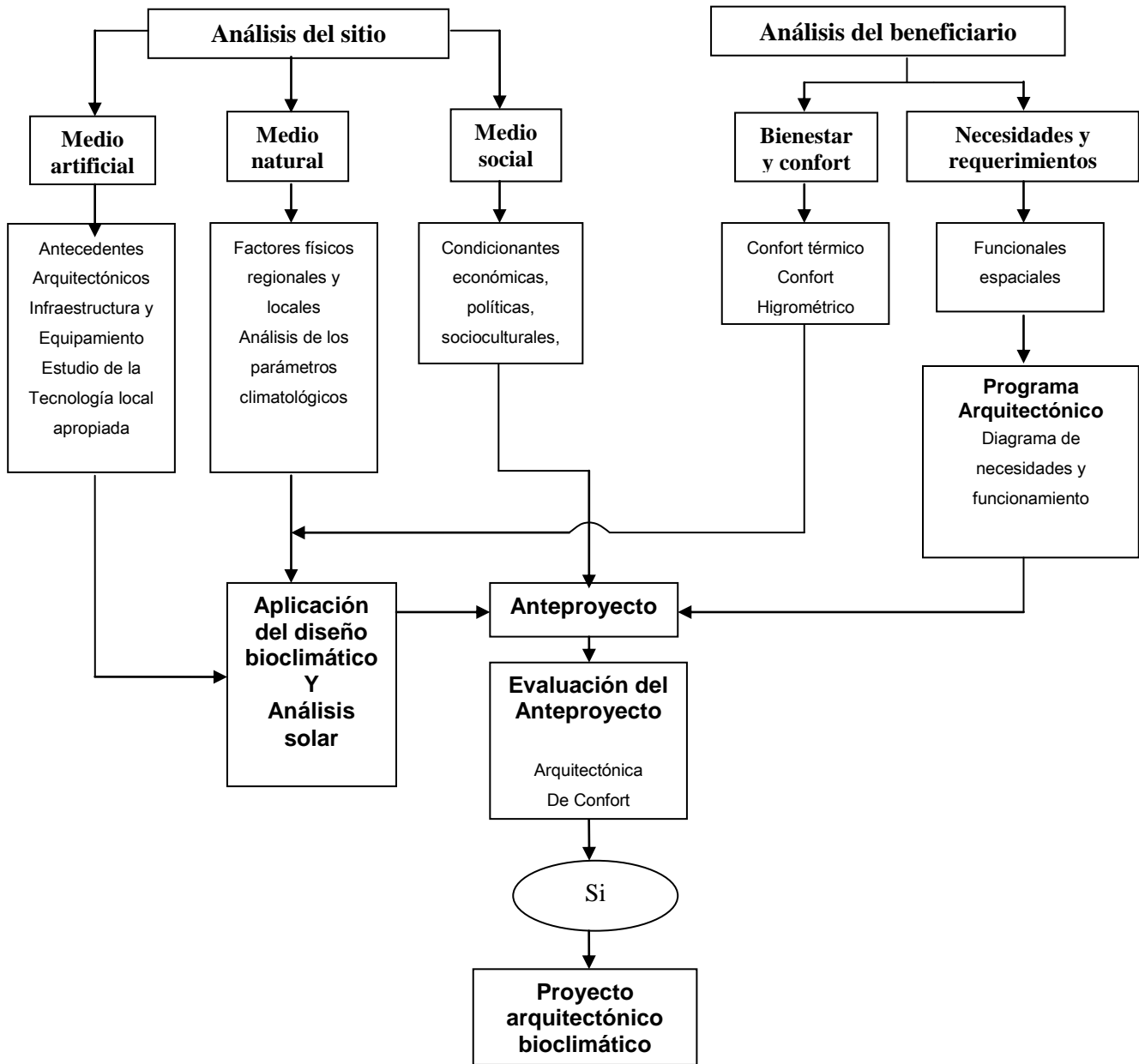


Figura 1: Metodología de aplicación del diseño bioclimático

En la figura 1. Se plantea el diagrama de la metodología utilizada en este trabajo, la cual se divide en análisis de sitio y análisis del beneficiario; en la primera parte se analizaron las condicionantes del medio natural, medio artificial y medio social; en la segunda parte se analizaron los requerimientos de confort del usuario así como sus necesidades y requerimientos, datos que fueron utilizados para formular el programa arquitectónico que complementó el anteproyecto bioclimático. Finalmente el anteproyecto fue evaluado desde el punto de vista arquitectónico y de confort.

2.3.1 EL MEDIO NATURAL (FACTORES FÍSICOS REGIONALES Y LOCALES)

En esta etapa se definieron las estrategias de diseño bioclimático por medio de los estudios del sitio, considerando el análisis los factores físicos regionales y locales como son: topografía, edafología, geología, hidrología, vegetación, usos y aptitudes del suelo, por medio de las cartas topográficas, edafológicas, geológicas, hidrológicas y climatológicas, y se obtuvo un panorama general de las condiciones físicas del área de estudio. De la misma manera se analizaron los parámetros climatológicos los cuales permiten puntualizar y caracterizar específicamente la zona de estudio.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

La presente propuesta consiste en analizar mediante los resultados obtenidos en la etapa de medición de las variables bioclimáticas a medir que son: temperatura, humedad, viento y radiación solar, con el objetivo de analizar las condiciones de confort de las viviendas censadas, para determinar las acciones necesarias y la manera en cómo coordinarlas para alcanzar las condiciones de confort deseado bajo los criterios del diseño bioclimático. Las estrategias se pueden definir y aplicar para cada tipo de confort; sin embargo, en este estudio solo se tomaron en cuenta las de climatización y de iluminación.

Las estrategias de climatización fueron determinadas por el análisis comparativo de las interrelaciones de parámetros de temperatura y humedad utilizando el diagrama bioclimático y la carta psicrométrica; temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial a través de las tablas de Mahoney; además, la temperatura y su oscilación por medio de los triángulos verdes. Para determinar las condiciones óptimas de iluminación natural, se utilizó el método del “Cálculo del factor de luz diurna” propuesto por Szokolay (1980).

3.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS

En esta etapa se llevó a cabo el análisis climático detallado de los parámetros de temperatura (media y horaria), humedad relativa (media y horaria), precipitación pluvial, dirección, velocidad y frecuencia de viento (medio y horario). Se recolectaron lecturas registradas en la unidad meteorológica de la ciudad de Autlán, los datos fueron tomados en sus 24 horas, media anual al 2010. Posteriormente se promediaron para obtener las normales climatológicas de la ciudad, las cuales fueron utilizadas para calcular las zonas de confort en la parte térmica, a través del cálculo propuesto por (Szokolay, 1980). Se construyeron tablas horarias de temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de viento, en las cuales se graficaron las zonas de sobrecalentamiento, enfriamiento y confort, para el caso de la temperatura y el viento, y para la humedad relativa la zona de humedad alta y baja. Además se elaboró la rosa de viento tanto anual como mensual para conocer las direcciones y frecuencias dominantes.

También, se realizó un análisis de la relación entre parámetros a través del diagrama bioclimático, la carta psicrométrica, las tablas de Mahoney y los triángulos verdes. Con base en estos análisis se definieron estrategias de climatización para ser aplicadas en el diseño arquitectónico.

3.2 APLICACIÓN DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

En esta sección se elaboró el diseño propiamente dicho, se expresaron las propuestas arquitectónicas, espaciales y de detalle en forma gráfica, que dan solución a las necesidades y requerimientos del usuario, participando los sistemas pasivo de climatización y el análisis solar que propone el diseño bioclimático. De igual forma, dentro de esta etapa se conceptualizaron los resultados del análisis del medio social y artificial, que fueron tomados en cuenta para el diseño del anteproyecto bioclimático.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 CÁLCULO DE LA ZONA DE CONFORT TÉRMICO

A partir de la temperatura media anual (23.5° C), se calculó la temperatura neutra (Tn) con base en las fórmulas propuestas por Steve (Szokolay, 1980), en las cuales se determinan los límites máximos y mínimos de la zona de confort térmico como se describe a continuación:

$$T_n = (T_{ma} \times 0.31) + 17.60 \quad (2)$$

Donde:

Tn= Temperatura neutra (°C)

Tma= Temperatura media anual (°C)

$$T_n = (23.5 \times 0.31) + 17.60 = 24.8^\circ \text{ C},$$

$$ZC_{min} = T_n - 2.5 \quad (3)$$

Donde:

Zcmin= Límite de confort térmico mínimo (°C)

Tn= Temperatura neutra (°C)

$$ZC_{min} = 24.8 - 2.5 = 22.3^\circ \text{ C},$$

$$ZC_{max} = T_n + 2.5 \quad (4)$$

Donde:

Zcmax= Límite de confort térmico máximo (°C)

Tn= Temperatura neutra (°C)

$$ZC_{max} = 24.8 + 2.5 = 27.3^\circ \text{ C}.$$

El resultado de este cálculo es la definición de la zona de confort térmico para la ciudad de Autlán, la cual se encuentra en los rangos de temperaturas de 22.3° C como mínima y 27.3° C como máxima. Estos rangos fueron utilizados para delimitar la zona de confort térmico anual y definir estrategias de diseño puntuales en cuanto a calentamiento y enfriamiento.

En la figura 2, se observa que las temperaturas máximas del mes de febrero se localizan dentro del límite máximo de la zona de confort (ZCmax); y para el resto de los meses las temperaturas están muy arriba de esta zona. Las temperaturas mínimas se encuentran por debajo de la zona de confort mínima (ZC min) en todos los meses del año, teniendo en el mes de diciembre una diferencia de 9.1° C por debajo del límite mínimo de confort.

Para las temperaturas medias mensuales solo el mes de febrero alcanza el límite mínimo de confort; los meses de julio, agosto y octubre reportan una diferencia por debajo de la zona de 3° C y para el resto de los meses las temperaturas más alejadas del límite mínimo. Además, se observa que la ubicación de las temperaturas máximas extremas y mínimas extremas sobrepasa en gran medida los límites máximos y mínimos de la zona de confort térmico. Con esta información podemos determinar los requerimientos técnicos de climatización para ubicar las viviendas dentro de los parámetros de confort calculados.

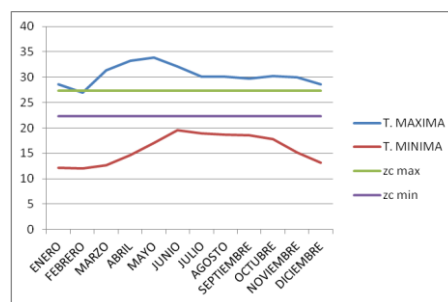


Figura 2: Grafica de temperatura del límite de confort térmico mínimo y máximo en Autlán de Navarro

4.2 VIENTO ANUAL.

Los vientos dominantes son aire superficial que al moverse desde la zona de calmas ecuatoriales hasta la banda ecuatorial de presiones bajas, constituye los vientos alisios, dominantes en las latitudes menores. La tabla 1 muestra la dirección de los vientos dominantes durante el año, siendo el oeste (O) la predominante, con una velocidad anual de 2.6 m/s. Por otro lado, en los meses de enero, noviembre y diciembre es cuando se producen las velocidades más altas con 3.1 m/s respectivamente.

Por lo tanto para favorecer la ventilación, el emplazamiento de las edificaciones se deberá contar con vanos orientados hacia el Norte principalmente para facilitar la ventilación.

Tabla 1: Viento y dirección dominante anual en Autlán de Navarro, Jalisco

Viento	Dirección dominante	Velocidad m/s
Ene.	O	3.1
Feb.	O	2.9
Mar.	O	3.0
Abr.	O	2.5
May.	O	2.0
Jun.	O	2.3
Jul.	O	2.3
Ago.	O	2.1
Sep.	O	2.0
Oct.	O	2.9
Nov.	O	3.1
Dic.	O	3.1
Anual	O	2.6

También en la tabla 1 se puede analizar la variabilidad de la intensidad de la velocidad del aire durante el año ubicando a enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre como los meses en donde las velocidades son más altas, para resto de los meses las velocidades máximas se encuentran dentro de 2.5 y 2.0 m/s, que en condiciones muy cálidas es una estrategia fundamental para la ventilación.

Así mismo la tabla 1 muestra la relación de la dirección de los vientos dominantes, esta superposición ayuda en la realización de la orientación del edificio y la ubicación de sus vanos de ventilación. Debido a que se conocen las direcciones del viento en las horas críticas de calentamiento (11:00 a 17:00 horas), se recomienda tener huecos de ventilación con orientación Sur.

Como resultado de este análisis, se tiene que la orientación ideal para ventilar es la Norte-Sur debido a la procedencia de los vientos dominantes; sin embargo, se debe considerar el sellado hermético de las ventanas para evitar filtraciones que produzcan pérdidas térmicas en los meses fríos.

Finalmente se elaboró la rosa de viento anual para la ciudad de Autlán (Figura 3), la rosa de viento es de gran utilidad para orientar de forma correcta los huecos y de esta forma propiciar la ventilación cruzada, tomando en cuenta el tipo de proyecto a elaborar, se observa que la dirección del viento dominante es el Oeste (O) con una frecuencia de repeticiones de 270.

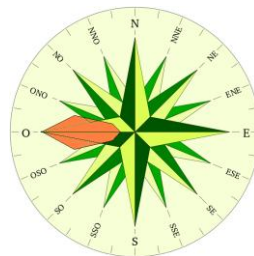


Figura 3: Rosa de los vientos anual, dirección de vientos dominantes en Autlán de Navarro.

4.3 RADIACIÓN SOLAR.

La importancia de la radiación para el confort térmico es mucho mayor de lo que pensamos. Las sensaciones térmicas, en realidad, provienen de efectos radiantes y afectan al hombre, visto que, los intercambios de energía del cuerpo humano con el ambiente se realizan por radiación.

En la tabla 2 se muestra la radiación solar que predomina en Autlán de Navarro, podemos observar que en los meses de mayo, junio y julio son los máximos de 255.504 a 249.431 WH/m². El resto de los meses también conservan radiación solar máxima, los meses con mínima radiación son enero y diciembre.

Tabla 2: Radiación solar (insolación) anual y mensual en WH/m², CIGA “Centro de investigaciones en geografía ambiental” 2012)

Mes	Mínimo	Máximo	Rango.	Media	Desv. Estándar
Anual (2010)	478,914	2,516,890	2,037,970	1,805,720	168,781
Enero	9,547	180,068	170,521	106,559	18,740
Febrero	10,139	182,223	172,084	115,155	17,579
Marzo	19,495	222,428	202,934	157,497	16,933
Abril	41,434	231,787	190,354	173,096	13,545
Mayo	56,750	255,504	198,754	190,098	14,376
Junio	45,874	249,431	203,557	184,738	14,705
Julio	52,954	262,406	209,452	192,513	15,097
Agosto	58,443	244,482	186,039	183,442	13,715
Septiembre	21,446	231,439	209,994	166,371	16,093
Octubre	11,793	201,042	189,249	131,576	18,365
Noviembre	10,205	184,715	174,510	107,756	19,515
Diciembre	8,956	177,913	168,958	97,964	19,901

La radiación solar puede ser utilizada en cierta forma para equilibrar temperaturas extremas del aire. A bajas temperaturas, por ejemplo, una caída de 1°C en la temperatura del aire puede ser compensada elevando la temperatura de radiación en 0.8 °C.

5. CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

El análisis realizado en la primera parte del trabajo a los factores físicos naturales de la ciudad de Autlán de Navarro Jalisco, permitió conocer los rangos de confort térmico, higrométrico e hídrico y definir el tipo de clima para la zona. Además, se definieron los horarios de confort térmico, de confort higrométrico, y los horarios de las direcciones dominantes y velocidades del viento que fueron utilizados para lograr la ventilación pasiva.

Las estrategias contemplan la climatización por medios pasivos como son la orientación, calentamiento solar y ventilación principalmente, que al relacionarlas con el uso horario del espacio se logra un diseño muy puntual para cada proyecto.

Los resultados de las evaluaciones arquitectónicas y de confort muestran que el proyecto arquitectónico bioclimático cumple con los requisitos estéticos y funcionales desde el punto de vista arquitectónico; por la parte de confort las evaluaciones muestran que el edificio tiene las condiciones necesarias para alcanzar los grados de confort óptimo para los usuarios; además, el uso de programas de diseño asistido y modelos físicos a escala muestran el funcionamiento que tendrá el edificio construido. Desde el punto de vista lumínico el análisis indica que los niveles de iluminación natural son adecuados para la función que se desarrollará al interior del espacio arquitectónico, cumpliendo con los requerimientos marcados por el reglamento de zonificación del estado de Jalisco.

Los resultados obtenidos revelan que aplicación de las estrategias de diseño bioclimático logran las condiciones óptimas de confort para el usuario. Además, el diseño bioclimático de la edificación contribuyó al cumplimiento de los requerimientos de la NOM-020- ENER-2011.

Definir estrategias de diseño bioclimático para cada lugar en específico permite diseñar edificios con características únicas. La aplicación de las estrategias de diseño bioclimático permite alcanzar las condiciones de confort para el usuario, y con su aplicación se cumple con los requisitos solicitados por la norma de eficiencia energética en edificaciones, lo cual permite contribuir con las tendencias hacia un desarrollo sustentable.

REFERENCIAS

- Alavéz R. R. (2004). *Análisis de materiales vegetales e industrializados aplicados a techumbres, como recurso bioclimático en el Pacífico Sur del estado de Oaxaca*, Universidad Metropolitana. D.F., México. Tesis de maestría.
- Boesiger, W. (1988). *Le Corbusier*, Editorial Gustavo Gili, España.
- Bornehag, C. G., Blomqvist, G., Gyntelberg, F., Järholm, B., Malmberg, P., Nordvall, L., Nielsen, A., Pershagen, G., Cardinale, N., Micucci, M., and Ruugiero, F. (2003). “Analysis of energy saving using natural ventilation in traditional Italian building”. *Energy and Buildings*, No. 35, pp 153-159.
- Fisk, W. J., Lei-Gomez, Q., and Mendell, M. J. (2007). “Meta-analyses of the associations of respiratory health e Vects with dampness and mould in homes”. *Indoor Air*, Vol. 17, No. 4, pp 284–296.
- Fuentes, F. V. (1991). “Arquitectura y energía, control térmico de edificaciones”, *Manual de Arquitectura Solar*, Editores Lacomba, L. H., Trillas, México, pp. 215-233.
- García, C. X. (2006). Analysis of building energy regulation and certification in Europe: The role, limitations and differences. *Energy and Buildings*. 38, 381-392.
- González, C. D. (2003). *Apuntes sobre arquitectura Bioclimática*. Facultad de Arquitectura del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba.
- Kreiss, K. (1989). “The epidemiology of building-related complaints and illness”. *Occup Med*, No. 4, pp 575–592
- Le Corbusier, (1942). *Carta de Atenas del IV*. Congreso Mundial de Arquitectos de 1933 IV CIAM.
- Morillón, G. D. (2003). *Comportamiento bioclimático en la arquitectura. México*: Apuntes del diplomado en Acercamiento a criterios arquitectónicos ambientales para comunidades aisladas en áreas naturales protegidas de Chiapas, Universidad Autónoma de Chiapas.
- (NOM-008-ENER, NOM-020-ENER), Normas Mexicanas de eficiencia energética.
- Olgyay, V. (1963). *Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. Princeton University Press, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 2ª Edición 2002.
- Seppanen, O. A., and Fisk, W. J. (2004). “Summary of human responses to ventilation”. *Indoor Air*, Vol. 14 No. 7, pp 102–118.
- Szokolay, S. (1980). *Environment Science Handbook. Inglaterra*: The Construction Press.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.