

Comparativa de análisis climático para estrategias de diseño mediante simuladores y carta psicrométrica de Givoni

Comparative of climate analysis for design strategies using simulators and Givoni's psychrometric chart

Pamela Lucía Sánchez López ^{a,*}

^a Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura. Campo de Conocimiento en Tecnologías. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.

Resumen

Al iniciar el análisis climático de la ciudad de Saltillo, Coahuila mediante los simuladores *cove.tool* y *Climate Consultant*, se encontró que no se tenía el archivo climático del lugar, por lo que se requirió utilizar los datos meteorológicos de Laredo, Texas. Es por ello que se realizó un diagrama psicrométrico de Givoni de manera manual, con datos propios del lugar para corroborar la información que dichos programas proporcionaron. Se observó que, al utilizar datos meteorológicos diferentes a los propios del lugar, las estrategias de diseño varían, por lo que se corre el riesgo de generar propuestas de diseño bioclimático no viables.

Palabras Clave: diseño bioclimático, temperatura, humedad relativa, carta psicrométrica.

Abstract

When starting the climatic analysis of the city of Saltillo, Coahuila using the *cove.tool* and *Climate Consultant* simulators, it was found that the climatic file of the place was not available, so it was necessary to use the meteorological data of Laredo, Texas. That is why a Givoni psychrometric diagram was made manually, with data from the place to corroborate the information that these programs provided. It was observed that, by using meteorological data different from those of the place, the design strategies vary, so there is a risk of generating non-viable bioclimatic design proposals.

Keywords: bioclimatic design, temperature, relative humidity, psychrometric chart.

1. Introducción

El presente trabajo surge de la necesidad de encontrar un método para conocer la calidad del ambiente interior de un centro penitenciario, es decir la temperatura, humedad, calidad del aire, iluminación y sonido. Lo que a continuación se presenta, particulariza el análisis para la temperatura y humedad, mediante el uso de diagramas psicrométricos que relacionan estas variables. A través de dichos diagramas, se observaron las características ambientales en las diferentes temporadas del año, así como las estrategias de diseño, para un pabellón de celdas de un centro penitenciario, ubicado en Saltillo, Coahuila.

Por lo tanto, se analizaron las condiciones de temperatura y humedad relativa, elementos importantes con los que se puede conocer si se requiere de calentamiento o enfriamiento en las edificaciones.

El calentamiento se da a través de ganancias directa e indirecta de calor; mientras que el enfriamiento, por medio de la protección solar y la ventilación (Stouhi, 2019).

Para ello, primero se utilizaron dos simuladores, *cove.tool* que es un software bajo licencia utilizado directamente como aplicación web, así como complemento para programas como Revit, SketchUp, Rhinoceros, etc (Cove.tool, 2021). El segundo simulador es *Climate Consultant*, programa de código abierto que se utiliza de manera local (Climate Consultant 6.0, 2021). Sin embargo, al descubrir que ambos programas solo tenían los datos climáticos —archivos en formato epw— de los Estados Unidos, y muy pocos de algunas ciudades de la República Mexicana (EnergyPlus, 2022), se optó por analizar las estrategias de diseño también de manera manual, es decir mediante la carta psicrométrica de Givoni, trazada con los datos propios de Saltillo, Coahuila, con el propósito de

*Autor para la correspondencia: 303321459@comunidad.unam.mx
Correo electrónico: 303321459@comunidad.unam.mx (Pamela Lucía Sánchez López)

corroborar la información obtenida de los programas de simulación. Es importante precisar que se pueden elaborar estos archivos con extensión epw, mediante un software bajo licencia llamado *Meteonorm* (Meteonorm, 2022). Sin embargo, como no siempre es posible obtenerlos o realizarlos, este documento se enfocó en conocer qué tan factibles son los criterios que utilizan los programas cuando no hay información propia del lugar.

2. Método

2.1. Ubicación

Para el análisis, se seleccionó la ubicación del Centro Penitenciario Femenil y Varonil de Saltillo en la ciudad de Saltillo, Coahuila. La aplicación de Google Earth, arrojó las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud	25°27'26.86" N
Longitud	101°01'19.72" N
Altitud	1550 msnm

2.2. Clasificación del clima



Figura 1: Centro varonil —B, izquierda— centro femenil —A, derecha—. Tomada de Google Earth. Fecha de imagen 12/4/2016.

Las estrategias de diseño bioclimático, se basan en las condiciones ambientales del lugar. Para ello, se utilizan las normales climatológicas, que de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2007) son datos climatológicos tomados durante tres periodos consecutivos de tiempo de diez años. La ventaja del uso de dichos datos, es que, con las normales climatológicas se pueden evaluar las condiciones climáticas actuales o recientes, así como ser utilizadas para predecir las condiciones que pudieran presentarse en un futuro.

En la actualidad, programas como *cove.tool* y *Climate Consultant*, utilizan bases de datos de esta información, y las procesan a manera de diagramas climáticos, es decir, a partir de archivos meteorológicos se obtiene información diaria de temperatura, humedad, viento, radiación solar y precipitación pluvial, para cada hora de un año promedio.

Ambos programas de simulación fueron desarrollados en los Estados Unidos, y toman los archivos meteorológicos del Departamento de Energía de Estados Unidos. Estos archivos tienen un formato epw.

Para ubicaciones fuera de dicho territorio donde no tengan este tipo de archivo, *cove.tool* se basa en el mapa de la zona del clima global de la ASHRAE —figura 2— (Aguirre, 2022).

Para el caso de Saltillo Coahuila, *cove.tool* tomó la

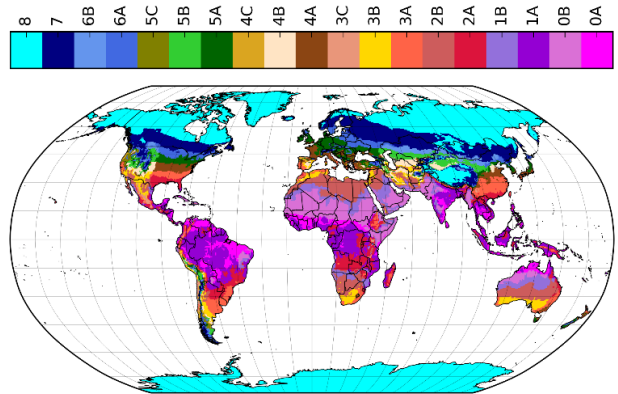


Figura 2: Mapa global de zonas climáticas de la ASHRAE (ASHRAE, 2019).

información de la ciudad de Laredo, Texas, ya que, como podemos observar en la figura 2, la ASHRAE identifica Laredo y Saltillo, con el mismo color, como se presenta, más a detalle, en la figura 3.

En cuanto al programa *Climate Consultant*, se buscó el archivo epw de Laredo, Texas, debido a que, no se contaba con el propio de Saltillo, Coahuila. Es decir, se siguió el mismo criterio de clasificación de clima que el simulador *cove.tool*.

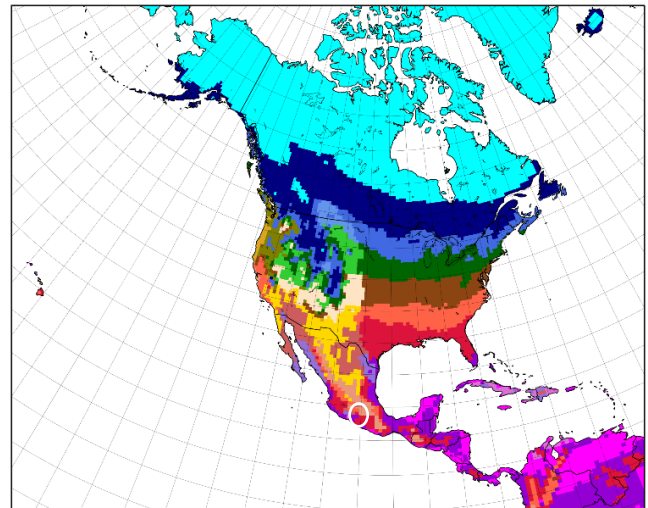


Figura 3: Acercamiento del mapa global de zonas climáticas de la ASHRAE, a la frontera de México y Estados Unidos.

Estas consideraciones están basadas en la clasificación de climas de Köppen (Kottek, 2006), donde nos indica que Laredo, Texas, y Saltillo, Coahuila comprenden un mismo clima BSh

Tabla 1. Clasificación del clima en Saltillo, Coahuila. Köppen		
B = seco	S = estepa	h = cálido árido

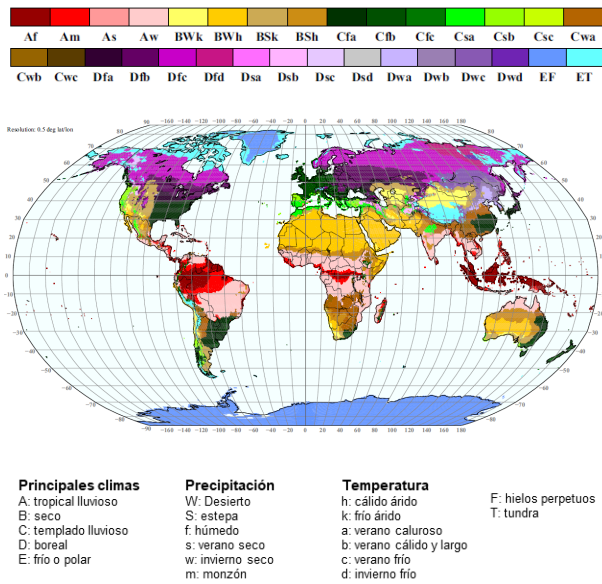


Figura 4: Mapa de la actualización de la clasificación de climas de Köppen-Geiger. (Kottek, 2006)

Sin embargo, para el caso de la República Mexicana, existe una modificación a la clasificación de climas de Köppen, elaborada por la maestra Enriqueta García —figura 5—. Saltillo, Coahuila de acuerdo a esta modificación comprende un clima *BS0hw*

Tabla 2. Clasificación del clima en Saltillo, Coahuila. Enriqueta García (INEGI, 2000)

BS ₀ = seco	h = semicálido con invierno fresco	w = lluvias en verano
---------------------------	---------------------------------------	-----------------------

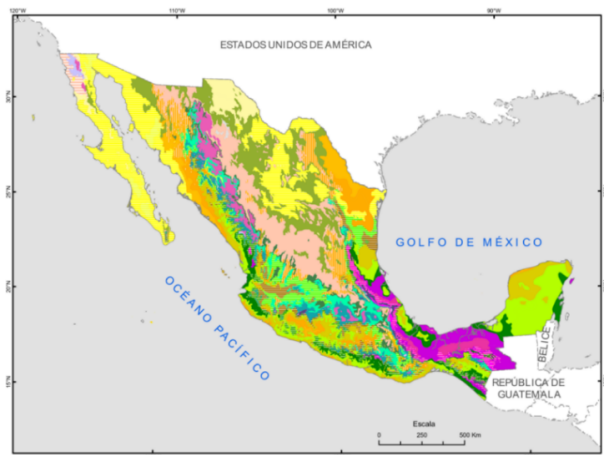


Figura 5: Clasificación de climas de Köppen, modificada por Enriqueta García. Tomada de Conabio. (García, E.-CONABIO, 1998)

2.3. Análisis del clima

Una vez que se conocen las características climáticas generales, se prosigue con el análisis de las propiedades del aire; como la temperatura y la humedad relativa.

La temperatura que aquí se considera es la de bulbo seco, que es aquella medida en un termómetro expuesto libremente

al aire, pero protegido de la humedad y de la radiación solar directa (IDEAM, 2019).

Mientras que la humedad relativa, “es la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire —humedad absoluta— y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura —humedad absoluta de saturación—” (Soler&Palau, 2018).

El ambiente higrotérmico —temperatura y humedad— juegan un papel importante para nuestro confort. Por ello, la temperatura de comodidad dentro de una habitación, de acuerdo al modelo estático de confort de B. Givoni para los habitantes de regiones intertropicales —entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio— es de 22 - 28 °C y con una humedad relativa de 30 - 70% (Morales, 2019). Se denomina modelo estático ya que no considera los cambios de temperatura durante el día, es decir, se piensa en condiciones constantes de temperatura, tasas metabólicas y aislamiento térmico (Mendes et al., 2019); a diferencia del modelo adaptativo el cual supone una oscilación en la temperatura:

Tabla 3. Amplitud de la zona de confort de acuerdo con la oscilación de la temperatura. (Morales, 2019)

Oscilación media de la temperatura del aire (°C)	Amplitud de la zona de confort (°C)
Menos de 13	2.5
13-15	3
16-18	3.5
19-23	4
24-27	4.5
28-32	5
33-37	5.5
38-44	6
45-51	6.5
Más de 51	7

Para este análisis, se utilizó el modelo adaptativo, por lo tanto, se buscó la oscilación de la temperatura media mensual, que “es la diferencia entre las temperatura media del mes más cálido y el mes más frío del año” (Fuentes, 2009).

En este caso, los datos climáticos de Laredo, Texas, se tomaron de la gráfica del programa *Climate Consultant*, los cuales son, 13°C para el mes más frío —enero— y 31°C para

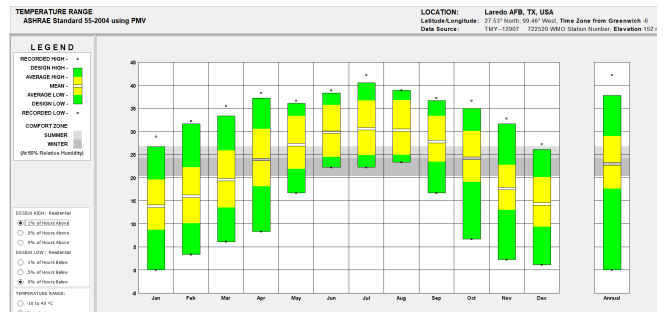


Figura 6: Rango de temperatura de bulbo seco, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila. Climate Consultant.

el mes más cálido —julio—.

Entonces, la diferencia de 31 °C - 13 °C = 18, lo que corresponde a la oscilación de 16 a 18 de acuerdo con la tabla

4, y da como resultado una amplitud de la zona de confort de 3.5°C.

Tabla 4. Amplitud de la zona de confort para Laredo, Texas.	
Oscilación media de la temperatura del aire (°C)	Amplitud de la zona de confort (°C)
16 a 18	3.5

Después se determinó la temperatura neutra, esto es, aquel rango de temperatura en el cual el individuo expresa satisfacción térmica con el ambiente, mediante la fórmula de Aulicems que calcula la temperatura neutra o ideal (Morales, 2019):

$$T_n = (17.6 + 0.31 T_e)$$

Donde:

T_n = temperatura neutra

T_e = temperatura media mensual o normal

Para obtener la temperatura media mensual, se sumaron las temperaturas medias de todos los meses, y se dividió entre 12, lo que dio como resultado 22.66 °C.

Sustitución:

$$T_n = [17.6 + 0.31 (22.6)]$$

Posteriormente se le sumaron y restaron los 3.5 °C de amplitud de la zona de confort, como se presenta en la tabla 6.

Tabla 5. Temperatura media neutra para Laredo, Texas.	
Temperatura media neutra	22.6°C +/- 3.5°C
+	26.16°C
-	19.16°C

La tabla de rango de temperatura de Climate Consultant indica con una franja gris la zona de confort, de los 21°C a los 27°C aproximadamente, muy cerca de los valores que se obtuvieron en la ecuación. De manera más detallada, la figura 7. Temperatura de bulbo seco, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila, nos muestra que solo nos encontramos el 29% del año dentro de estos valores, un 34% por debajo de 21°C y 36% por arriba de 27°C.

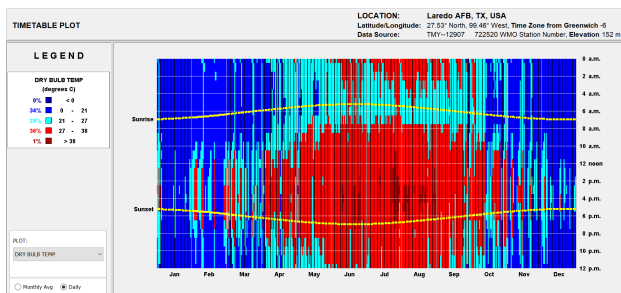


Figura 7: Temperatura de bulbo seco, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila. Climate Consultant.

En cuanto a la humedad relativa, el programa de Climate Consultant mostró intervalos de humedad con un máximo del

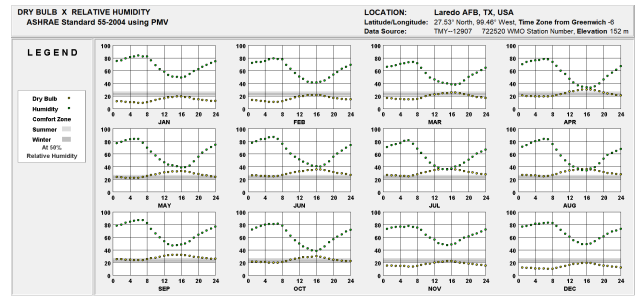


Figura 8: Temperatura de bulbo seco, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila. Climate Consultant.

80%, y durante la temporada invernal, por debajo del 20%.

La misma consideración de amplitud de zona de confort se aplicó en el programa *cove.tool*. En la figura 9. Temperatura de bulbo seco, para Laredo Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila observamos que, las tonalidades en la gráfica, correspondientes al rango de confort de 22.6 °C +/- 3.5°C, se tienen en los meses de primavera, verano y otoño, durante los horarios de las 6 pm a las 6 am. Entre las 6 am y las 6 pm, se llegan a temperaturas alrededor de los 42 °C. Correspondiente a los meses invernales, se alcanzaron temperaturas bastante bajas, por debajo de los 7 °C.

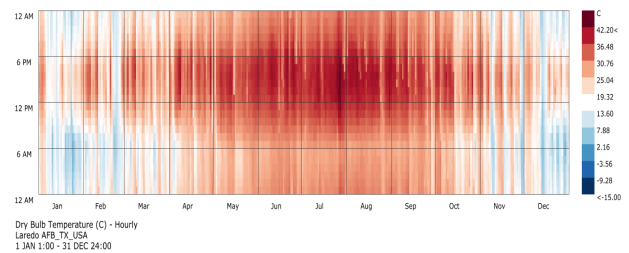


Figura 9: Temperatura de bulbo seco, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila en el programa de *cove.tool*

En la figura 10. Humedad relativa, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila, las condiciones son muy fluctuantes, ya que, de las 12 am a las 6 am, se tienen niveles por arriba del 70%, mientras que de las 11 am a las 12 am se logra estar dentro del 30% al 70%.

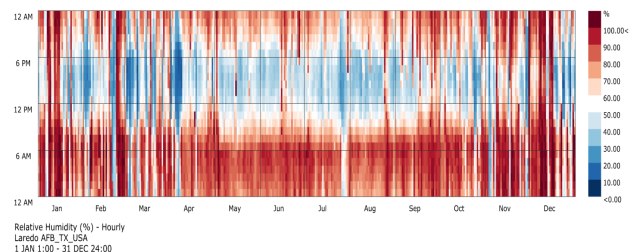


Figura 10: Humedad relativa, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila en el programa de *cove.tool*

3. Resultados

3.1. Carta psicrométrica

Las cartas psicrométricas, son gráficos en los que se pueden leer propiedades del aire, como la temperatura, la humedad relativa, el volumen, la presión, entre otras. La función principal de las cartas psicrométricas es determinar cómo varían estas propiedades —psicrométricas— al cambiar la humedad del aire (Del Toro, 2018).

Con la información antes presentada, correspondiente a temperatura y humedad relativa, los programas *cove.tool* y *Climate Consultant* generaron las cartas psicrométricas de Laredo, Texas aplicado a Saltillo, Coahuila —figura 11 y figura 13—. A continuación se describe cada una de ellas.

3.2. Carta psicrométrica de cove.tool

En cuanto al programa de *cove.tool* se observó un 6.14% de confort, y con un porcentaje de requerimiento de ganancia de calor del 21.44%.

La deshumidificación con un 9%, como un elemento también importante, para el resto de las estrategias, estas son menores al 5%.

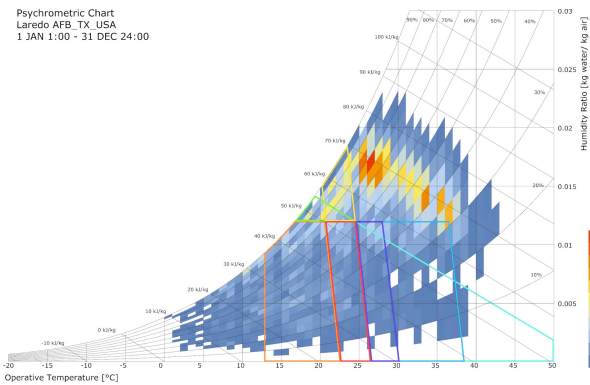


Figura 11: Análisis climático, carta psicrométrica, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila en el programa *cove.tool*

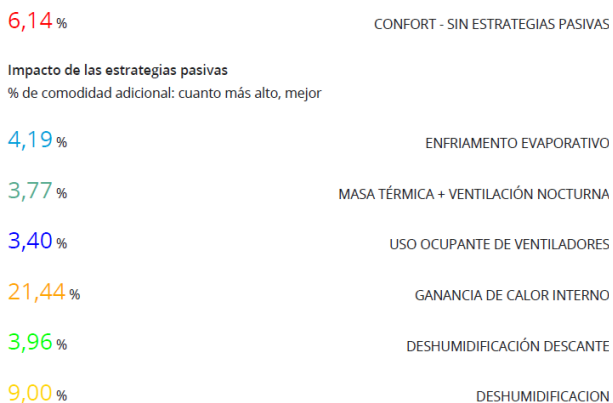


Figura 12: Resultados del análisis climático, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila. *cove.tool*

3.3. Carta psicrométrica de Climate Consultant

En el programa de *Climate Consultant*, se obtuvo un 10.5% de confort y de manera muy parecida, el requerimiento de ganancia de calor, con un 20.1%, pero aquí el porcentaje más importante lo tiene el enfriamiento y deshumidificación, con el 33.2%. Le siguen en importancia elementos de sombreado en las ventanas del 21.3%.

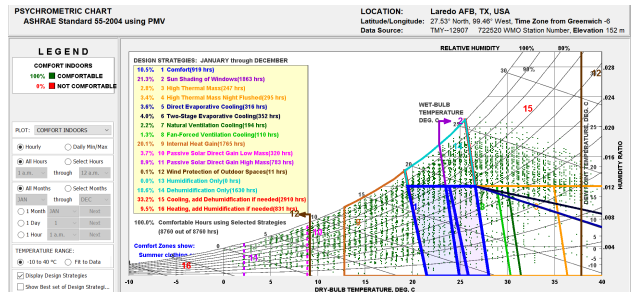


Figura 13: Análisis climático, Carta psicrométrica, para Laredo, Texas, aplicada en Saltillo, Coahuila. *Climate Consultant*

3.4. Carta psicrométrica de Givoni

Para corroborar ambas cartas psicrométricas, se elaboró una carta psicrométrica de Givoni de manera manual con datos propios de Saltillo, Coahuila tomados de la estación 5048 del Sistema Meteorológico Nacional —SMN— con un periodo de 1951-2010 —ver figura 14—, en los que se graficó un punto A —temperatura máxima con humedad mínima— que se unió a un punto B —temperatura mínima con humedad máxima, para todos los meses del año —ver figura 15—.

ESTADO DE: COAHUILA DE ZARAGOZA		NORMALES CLIMATOLÓGICAS		PERIODO: 1951-2010										
ESTACION: 00005848 SALTILLO (DGE)		LATITUD: 25°26'00" N.		LONGITUD: 101°00'00" W.										
		ALTURA: 1,700.0 MSHSL												
ESQUEMOS		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA: MAXIMA		19.7	21.4	24.7	27.9	29.9	30.3	29.7	29.2	26.6	24.9	22.6	20.1	25.6
MINIMA		25.1	25.9	26.1	25.8	23.4	24.8	24.9	23.2	20.8	18.9	16.9	14.7	17.7
MESES		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION		36.5	34.0	36.5	39.0	40.0	40.0	39.5	37.0	37.5	39.0	34.5	31.0	37.0
FECHA: MAXIMA		12/1957	26/1969	33/1968	23/1970	27/1968	13/1970	11/1953	20/1956	05/1970	14/1974	01/1968	13/1978	
DIAS CON DATOS		59	58	57	58	60	60	59	59	59	59	59	57	
TEMPERATURA MEDIA		12.1	13.6	16.7	20.0	22.3	23.2	23.0	22.6	20.3	18.0	15.2	12.8	18.3
MINIMA		59	58	57	58	60	60	59	59	59	59	57		
TEMPERATURA HUMIDA		4.5	5.7	8.7	12.1	14.8	16.1	16.2	15.9	14.0	11.2	7.8	5.5	11.0
MINIMA		1985	1989	1989	1987	1956	1956	1989	2000	1989	1989	1976	1988	
FECHA: HUMIDA		12/1962	02/1951	04/1965	04/1960	05/1990	10/1991	26/2010	29/1988	24/2007	10/2000	29/1976	24/1983	
DIAS CON DATOS		59	58	58	60	60	60	59	59	59	59	57		

Figura 14: Normales climatológicas de Saltillo, Coahuila. Estación 5048; periodo 1951-2010 SMN.

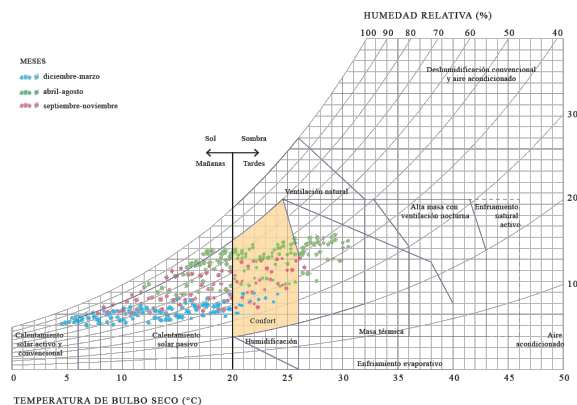


Figura 15: Carta psicrométrica Givoni. Se indican los datos de temperatura y humedad de Saltillo, Coahuila, de todo el año. Elaboración propia.

La elaboración de la carta mostró claramente la estrategia de control bioclimático, de acuerdo a la zona en la que se encontraba.

Una parte importante del año —primavera y verano— se logra estar en zona de confort. Sin embargo, como en las cartas psicrométricas de *Climate Consultant* y de *cove.tool*, se requiere de calentamiento solar pasivo por las mañanas durante todo el año, pero mayormente en los meses invernales.

También se presenta de manera mínima el enfriamiento evaporativo para las tardes, como lo indicó el simulador *cove.tool*.

La siguiente tabla, resume las estrategias de diseño requeridas:

Tabla 6. Estrategias de diseño para Saltillo Coahuila, de acuerdo a carta psicrométrica de Givoni

Temporada	Requerimiento	Estrategia	
		Restringir	Promover
dic-mar	Calentamiento solar pasivo.	Conducción Infiltración	Ganancia solar
abr-ago	Calentamiento solar pasivo. Confort Ventilación natural.	Conducción Infiltración Confort Conducción	Ganancia solar Confort Ventilación
sep-nov	Calentamiento solar pasivo. Confort	Conducción Infiltración Confort	Ganancia solar Confort

Debido a que Saltillo, Coahuila es un clima semicálido, se logra en gran parte del año estar en la zona de confort, pero, de cualquier manera, por tener un invierno fresco, el calentamiento es primordial para lograr las condiciones buscadas todo el año. Observamos que la carta psicrométrica de Givoni elaborada de manera manual, tiene más afinidad con la del programa *cove.tool* que con la de *Climate Consultant*, sin embargo, aún existen diferencias.

3.5. Estrategias de diseño

Como vimos en las cartas psicrométricas, las estrategias bioclimáticas se enfocaron en ganancias de calor, como ejemplo, almacenamiento de calor. La masa térmica —pisos, paredes y / o techos de mampostería— absorben y almacenan el calor solar diurno en invierno para liberarlo por la noche (2030Palette, 2021).

También la forma del edificio con una amplia superficie expuesta a la luz solar directa en invierno, puede incorporar fácilmente sistemas de calefacción pasiva. La mayoría de las necesidades de calefacción ocurren en edificios en latitudes medias y altas —30° - 60°— (2030Palette, 2021). Aunque Saltillo, Coahuila no se encuentra en dichas latitudes, está muy cerca de ellas, por lo que alargar el edificio a lo largo del eje este-oeste para maximizar el área de superficie expuesta a la luz solar directa del invierno podría considerarse, sobre todo por el tipo de edificación.



Figura 16: Ejemplo aplicado de estrategia bioclimática para almacenamiento de calor. Instituto de las Montañas Rocosas, ZGF Architects. Basalt, Colorado, Estados Unidos. Crédito: Tim Griffith. Tomado de 2030 Palette.



Figura 17: Ejemplo aplicado de estrategia bioclimática para almacenamiento de calor. Instituto de las Montañas Rocosas, ZGF Architects. Basalt, Colorado, Estados Unidos. Crédito: Tim Griffith. Tomado de 2030 Palette.



Figura 18: Ejemplo aplicado de estrategia bioclimática con mayor superficie expuesta al Sol. The Village, Watergate Bay. Architects Design Group The Village, Trevarrian Hill, Watergate Bay, Newquay, Cornwall, Reino Unido. Crédito: Peter Curno.

Sin embargo, para el caso de la estrategia mediante acristalamiento, ésta no es viable, debido a las restricciones de seguridad de la edificación —celdas de reclusión—, en la que las áreas de ventana tienen limitaciones en cuanto a sus dimensiones. Solo pueden ser pequeñas aberturas para dejar pasar la cantidad mínima de iluminación.

4. Conclusiones

- Las características climáticas del sitio, no solo deben basarse en una clasificación climática, ya que existen diferencias como puede ser la altitud, que arrojen otros resultados con respecto a las estrategias de diseño a utilizar.
- Debido a la discrepancia que existió entre los resultados de las estrategias bioclimáticas para Laredo, Texas, con respecto a Saltillo, Coahuila, se demostró la importancia de trabajar con las características propias del sitio, ya que, de no ser así, se puede caer en inconsistencias fuertes, al momento de las propuestas de diseño.
- Se encontró importante la elaboración de bases de datos en formato epw de toda la República Mexicana, y que sean de uso público.
- Se sugiere que para un análisis bioclimático se utilice más de un solo método, pues resulta importante corroborar con dos o más para tener datos mucho más certeros.
- Finalmente, se debe considerar la tipología y las actividades que se realizan en la edificación al momento de seleccionar la estrategia de diseño adecuada, ya que puede cumplir con las condiciones ambientales, pero contraponerse con el uso para el que está destinado.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por el apoyo económico otorgado.

A la Dra. Ilse García Villalobos del programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México por su revisión y aportaciones.

Referencias

- 2030Palette. (2021). A database of sustainable design principles, strategies, tools and resources at your fingertips. <http://2030palette.org/>
- Aguirre, M. (2022). What is a weather file and which ones do we reference. <http://help.covetool.com/en/articles/2495609-weather-file>
- ASHRAE. (2019). Standard 90.1-2019 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- Climate Consultant 6.0. (2021). software computadora. UCLA.
- Cove.tool. (2021). Cove.tool. <https://www.cove.tools/>
- Del Toro. (2018). Los diagramas bioclimáticos. <https://blog.deltoroantunez.com/2018/12/los-diagramas-bioclimaticos.html>
- EnergyPlus. (2022). EnergyPlus weather. <https://energyplus.net/weather>
- Fuentes, V. (2009). Modelo de Análisis climático y definición de estrategias de diseño bioclimático para diferentes regiones de la República Mexicana [tesis para optar por el grado de Doctor]. UAM. <https://core.ac.uk/download/pdf/128736412.pdf>
- García, E.-CONABIO. (1998). Climas. <http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/clima1mgw>
- IDEAM. (2019). Glosario Meteorológico. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudio Ambientales. <http://www.ideam.gov.co/documentos/11769/72085840/Anexo+10.+Glosario+meteorol%C3%B3gico.pdf/6a90e554-6607-43cf-8845-9eb34eb0af8e>
- INEGI. (2000). Diccionario de datos climáticos (vectorial). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223885/702825223885_2.pdf
- Kottek, M. G. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 259-263. https://www.researchgate.net/publication/51997463_World_Map_of_the_Koppen-Geiger_Climate_Classification_Updated
- Mendes, A., Torres, P., Aguiar, L., & Pereira, C. (2019). CENIE. Centro Internacional sobre el Envejecimiento: <https://cenie.eu/es/blogs/conterma/analisis-de-confort-termico-en-estructuras-residenciales-para-personas-mayores-en>
- Meteonorm. (2022). Meteonorm. <https://meteonorm.com/en/>
- Morales, J. (2019). Proyecto arquitectónico de máxima eficiencia energética. FA.UNAM. http://www.librooa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2995/maxima_eficiencia_energetica.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- OMM. (2007). Función de las normales climatológicas en un clima cambiante. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4549
- Soler&Palau. (2018). Humedad relativa, específica y absoluta: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/>
- Stouhi, D. (2019). Cómo diseñar para un óptimo confort térmico (y por qué es importante). *ArchDaily México*. <https://www.archdaily.mx/mx/910532/como-disenar-para-un-optimo-confort-termico-y-por-que-es-importante>