

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**IMPACTO TÉRMICO DE LA VENTANA EN LA VIVIENDA DE MÉXICO:  
RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y LA ORIENTACIÓN**

**Araceli Artemiza Morales Hesiquio**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA**



**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**IMPACTO TÉRMICO DE LA VENTANA EN LA VIVIENDA DE MÉXICO  
RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y LA ORIENTACIÓN**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA PRESENTA:**

**ARACELI ARTEMIZA MORALES HESQUIO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA**

**2011**



# JURADO

---

## **DIRECTOR DE TESIS:**

- **Dr. David Morillón Gálvez**

## **SINODALES:**

- **Dr. José Diego Morales Ramírez**
- **Mtro. en Arq. Francisco Reyna Gómez**
  - **Dr. Fidel Sánchez Bautista**
- **Dra. Manuela Azucena Escobedo Izquierdo**

# AGRADECIMIENTOS

---

El resultado de esta tesis, acontecimiento que realice por los últimos dos años de mi vida, agradezco infinitamente a mis padres **Araceli Hesiquio** y **Victor Morales** por el apoyo, consuelo, ánimo, dedicación, que me brindaron en cada momento y sobre todo por depositar su confianza en mí.

Agradezco a mis hermanos, **Victor y Carlos**, que también continúan superándose, a mis abuelos y a toda mi familia, que siempre estuvieron presentes.

A todos los maestros que me orientaron y apoyaron en el transcurso de esta formación académica, en especial y por el cual tengo una gran admiración a mi tutor el **Dr. David Morillón**, por su paciencia, conocimiento y tiempo brindado, para llegar un buen logro.

A la **UNAM**, por abrirme las puertas para seguir forjándome académicamente, al **CONACYT** por brindarme el apoyo para desarrollar este trabajo.

A todas las personas que han sido importantes y que estuvieron cerca de mí durante este tiempo.

A todos y cada uno de los involucrados en el desarrollo de esta tesis, **GRACIAS**.

# INDICE

---

RESUMEN	1	3.1.2.1. Isotermas	
ABSTRACT	4	3.1.3. Humedad Relativa	
INTRODUCCIÓN	6	3.1.3.1. Isohigras	
<b>CAPITULO 1</b>	<b>12</b>	3.1.4. Delimitación de las condiciones de confort higratérmico	
1. ANTECEDENTES		3.2. Evaluación de la orientación	
<b>CAPITULO 2</b>	<b>21</b>	3.3. Ganancia de calor por la envolvente de la vivienda	
2. CONFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA VENTANA EN LA VIVIENDA		3.3.1. Ganancia de calor por conducción	
2.1. La ventana		3.3.2. Ganancia de calor por radiación	
2.1.1. Conceptualización y Componentes de la ventana		<b>CAPITULO 4</b>	<b>37</b>
2.1.2. Jerarquía de la ventana		4. IMPACTO DE LA VENTANA EN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA, CASO DE ESTUDIO: CHILPANCINGO, GUERRERO	
2.1.3. Geometría de la ventana		4.1. Dimensiones y Geometrías de ventanas	
2.1.4. Funcionamiento de la ventana		4.1.1. Dimensiones y Geometrías de ventanas usadas en las viviendas de interés social	
2.1.5. Características de la ventana en el confort térmico de la vivienda		4.1.2. Dimensiones y Geometrías de ventanas no convencionales	
<b>CAPITULO 3</b>	<b>30</b>	4.2. Chilpancingo, Gro.	
3. METODOLOGÍA		4.2.1. Temperatura	
3.1. Evaluación y Delimitación de las condiciones de confort higratérmico		4.2.1.1. Isotermas	
3.1.1. Requerimientos para el estudio del bioclima		4.2.2. Humedad Relativa	
3.1.2. Temperatura		4.2.2.1. Isohigras	
		4.3. Evaluación y Delimitación de las condiciones de confort higratérmico	

- 4.4. Evaluación de la orientación
- 4.5. Análisis de la ganancia de calor por la envolvente de la vivienda
  - 4.5.1. Descripción de la vivienda tipo
  - 4.5.2. Análisis del comportamiento térmico de la vivienda tipo, impacto de la orientación
  - 4.5.3. Impacto de la orientación y fachada
  - 4.5.4. Impacto de las ventanas convencionales utilizadas en la vivienda tipo
    - 4.5.4.1. Ventanas Cuadradas
    - 4.5.4.2. Ventanas Rectangulares Horizontales
    - 4.5.4.3. Ventanas Rectangulares Verticales
    - 4.5.4.4. Comparación de las ganancias térmicas en las ventanas convencionales
  - 4.5.5. Impacto de las ventanas no convencionales utilizadas en la vivienda tipo
    - 4.5.5.1. Ventana Circular
    - 4.5.5.2. Ventana Ojo de Buey
    - 4.5.5.3. Ventana Ovalada
    - 4.5.5.4. Ventana Semicircular
    - 4.5.5.5. Ventana Triangular
    - 4.5.5.6. Comparación de las ganancias térmicas en las ventanas no convencionales
  - 4.5.6. Comparación de las ganancias térmicas en las ventanas convencionales y no convencionales
  - 4.5.7. Análisis térmico en la vivienda tipo, por el uso de de ventanas convencionales con misma superficie
- 4.6. Cuantificación de energía eléctrica y CO2 en la vivienda tipo

## CAPITULO 5

91

### 5. RESULTADOS: ANÁLISIS TÉRMICO DE LA VENTANA EN LOS DIVERSOS BIOCLIMAS DE MÉXICO

- 5.1. Bioclimas de México
  - 5.1.1. Bioclima Templado
  - 5.1.2. Bioclima Templado Húmedo
  - 5.1.3. Bioclima Templado Seco
  - 5.1.4. Bioclima Semifrío Seco
  - 5.1.5. Bioclima Semifrío
  - 5.1.6. Bioclima Semifrío Húmedo
  - 5.1.7. Bioclima Cálido Seco y Seco Extremoso
  - 5.1.8. Bioclima Cálido Semihúmedo
  - 5.1.9. Bioclima Cálido Húmedo
- 5.2. Análisis del comportamiento térmico en la vivienda tipo, con estudio de la orientación
  - 5.2.1. Bioclimas Cálidos
  - 5.2.2. Bioclimas Fríos
  - 5.2.3. Bioclimas Templados
  - 5.2.4. Comparación de las ganancias térmicas por orientación en los Bioclimas de México
- 5.3. Comparación de las ganancias térmicas por fachada en los Bioclimas de México
- 5.4. Análisis del Comportamiento térmico de la vivienda tipo con ventanas convencionales
  - 5.4.1. Ventanas Cuadradas
  - 5.4.2. Ventanas Rectangulares Horizontales
  - 5.4.3. Ventanas Rectangulares Verticales

- 5.4.4. Comparación de las ganancias térmicas de ventanas convencionales en Bioclimas de México
- 5.5. Análisis del comportamiento térmico con ventanas no convencionales utilizadas en viviendas
  - 5.5.1. Ventana Circular
  - 5.5.2. Ventana Ojo de Buey
  - 5.5.3. Ventana Ovalada
  - 5.5.4. Ventana Semicircular
  - 5.5.5. Ventana Triangular
  - 5.5.6. Comparación de las ganancias térmicas de las ventanas no convencionales en los bioclimas de México
- 5.6. Comparación de las ganancias térmicas de las ventanas convencionales y no convencionales en los bioclimas de México
- 5.7. Comparación de ganancias térmicas entre el diseño arquitectónico inicial de la vivienda tipo con el cambio de dimensión de ventanas convencionales y no convencionales

**CAPITULO 6**

**143**

**6. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS VENTANAS Y ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA EN MÉXICO**

- 6.1. Recomendaciones por orientación de la vivienda en ciudades representativas de los bioclimas de México.
- 6.2. Recomendaciones para la orientación óptima de las fachadas de la vivienda en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

- 6.3. Recomendación para fachada óptima por orientación en las ciudades representativas de los bioclimas de México
- 6.4. Recomendaciones para la orientación óptima para el uso de ventanas convencionales en las ciudades representativas de los bioclimas de México (Ventanas Cuadradas)
- 6.5. Recomendaciones para la orientación óptima para el uso de ventanas convencionales en ciudades representativas de los bioclimas de México (Ventanas Rectangulares Horizontales)
- 6.6. Recomendaciones para la orientación óptima para el uso de ventanas convencionales en ciudades representativas de los bioclimas de México (Rectangulares Verticales)
- 6.7. Recomendaciones óptimas del uso de ventanas convencionales en las ciudades representativas de los bioclimas de México
- 6.8. Recomendaciones para la orientación óptima para el uso de ventanas no convencionales en las ciudades representativas de los bioclimas de México
- 6.9. Recomendaciones óptimas del uso de ventanas no convencionales en las ciudades representativas de los bioclimas de México
- 6.10. Recomendaciones generales óptimas para el uso de ventanas convencionales y no convencionales en las ciudades representativas de los bioclimas de México

**CONCLUSIONES**

**154**

**REFERENCIAS**

**161**

# Resumen



## RESUMEN

---

La arquitectura a través del tiempo ha ido transformándose en torno a diferentes aspectos como el clima, cultura, costumbres, materiales, principalmente, además de que hoy en día también se consideran aspectos psicológicos, estéticos, económicos, pero es el clima un factor importante que influye directamente sobre la arquitectura del edificio por ser condiciones que varían de un lugar a otro y que se presentan durante todo el año.

Por ende, es importante tener en cuenta el clima de algún lugar en específico en el momento de proyectar alguna edificación, con el objetivo de poder establecer estrategias de diseño adecuadas, para propiciar condiciones de confort para el ser humano.

Pese a todo esto la situación actual del planeta ha sufrido grandes transformaciones a través de los últimos años debido a los gases de efecto invernadero, producidos por el excesivo uso de combustibles fósiles, los cuales originan la energía satisfaciendo necesidades de calefacción, iluminación, aire acondicionado, entre otros, que se consumen en la vivienda, oficinas, industrias etc., estos gases impiden que los rayos solares sean liberados, quedando atrapados en la atmosfera terrestre provocando con ello un aumento de la temperatura, mejor conocido como “calentamiento global”, causante de diversas alteraciones en el planeta.

Por tal, se ha incrementado la preocupación de cómo poder mitigar el efecto del calentamiento global, a partir de esto, se ha derivado la múltiple búsqueda de soluciones ante este problema que afecta a toda la humanidad. Sin embargo por todas estas inestabilidades sucedidas y por suceder se debe de reflexionar en aminorar todas aquellas acciones que traigan adheridas estas alteraciones.

En lo que respecta a esta área de arquitectura se puede interferir utilizando herramientas adecuadas que estén al alcance de todos los involucrados, como puede ser el diseño arquitectónico apropiado, a manera de obtener ganancias o pérdidas de calor a través de la envolvente del edificio, disminuyendo así, el uso de sistemas de climatización como el aire acondicionado o de calefacción.

Por eso el presente trabajo de tesis tiene como finalidad analizar térmicamente una vivienda tipo con diferentes tipos de ventana, convencional y no convencional en diferentes climas de México, en cada una de las orientaciones principales, con la finalidad de conocer el impacto térmico que puede generar cada uno de los factores.

Se indago en investigaciones afines para conocer que se ha realizado, encontrando diferentes estudios, lo cual es de soporte para manifestar que la información que se presenta en esta tesis es de apoyo para todos los implicados en el área de la arquitectura.

Para el inicio del análisis térmico de una vivienda tipo variando las ventanas, se realiza un levantamiento de campo de superficies y

geometrías de ventanas que son utilizadas en las viviendas, para elegir algunas de ellas y llevar a cabo su análisis.

La metodología desarrollada en esta tesis, consiste en el estudio del bioclima para determinar las condiciones de frío, calor y confort que se dan durante todo el año del lugar a estudiar, para conocer las estrategias de climatización que se pueden implementar, asimismo se lleva a cabo la adecuación del "Modelo para diseño y evaluación del control solar en edificios", para obtener la orientación optima para emplazar la vivienda, considerando las características climáticas de cada lugar.

Posteriormente se realiza el análisis térmico de una vivienda típica, contemplando las ganancias de calor por conducción a través de las partes opacas de la envolvente del edificio y las ganancias de calor por radiación en las partes transparentes de la envolvente del edificio, efectuando el análisis por cada una de las ventanas seleccionadas.

La metodología se empleo en su totalidad a un caso de estudio, la ciudad de Chilpancingo, Gro., a manera de ejemplificar su aplicación y solo los resultados del análisis térmico, utilizando diferentes ventanas, se efectuó en ciudades representativas de los diferentes bioclimas de México.

Los resultados adquiridos se explican en una serie de recomendaciones generales de diseño y orientación para la vivienda, en torno a la ventana que adquiere mayor y menor ganancia de calor dependiendo de la ciudad. Por lo tanto con la información que se brinda se conlleva a poder seleccionar ventanas y orientación adecuadas que permitan el confort térmico al usuario.

# ABSTRACT

---

Architecture over time has been changing around different issues as climate, culture, customs, materials, mainly, in addition to today are also considered issues psychological, aesthetic, economic, but the climates is an important factor direct influence on the architecture of the building to be conditions that vary from place to place and presented throughout the year.

It is therefore important to consider the climate of a specific place at the time of any building project, in order to establish appropriate design strategies to promote comfort conditions for humans.

Despite all this, the current world situation has undergone major transformations over the past years due to greenhouse gases produced by the excessive use of fossil fuels, which rise to meet the energy needs for heating, lighting, air conditioning, among others, that are consumed in the home, office, industrial and so on, these gases prevent the sun's rays are released, being trapped in the Earth's atmosphere causing an increase in temperature, better known as "global warming", which causes various alterations in the planet.

As such, it has increased the concern of how to mitigate the effect of global warming, since this has been derived from the multiple solutions to this problem that affects all humanity. Yet for all these instabilities happen happened and should reflect on all actions that reduce attached these changes bring.

With regard to this area of architecture may be appropriate to interfere with tools that are available to all involved, as may be the appropriate architectural design, as a gain or heat loss through the building envelope, reducing thus, the use of heating systems like air conditioning or heating.

Therefore this thesis is to analyze thermal type living with different window types, conventional and unconventional in different climates of Mexico, in each of the main orientations, in order to know the impact that can generate heat each of the factors.

Was investigated in related research to find out what has been done, finding different studies, which is support to show that the information presented in this thesis is to support all those involved in the field of architecture.

For the start of thermal analysis of housing types ranging windows, made a field survey of surfaces and geometries of windows that are used in social interest housing, to choose some of them and carry out analysis.

The methodology developed in this thesis is the study of bioclimate to determine the conditions of cold, warmth and comfort that occur throughout the year and place to study, to learn strategies that can be deployed air conditioning also takes out the adequacy of the "Model for design and evaluation of solar control in buildings" for obtained the

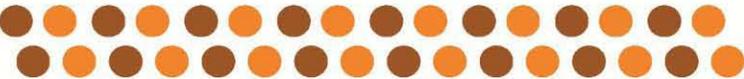
optimum orientation to place housing, considering the climatic characteristics of each place.

Subsequently performed thermal analysis of a typical house, watching the conductive heat gains through the opaque parts of the building envelope and heat gains by radiation in the transparent parts of the building envelope, making the analysis by each selected windows.

The methodology used in its entirety to a case study, the city of Chilpancingo, Gro., by way of illustrating their application and only the results of thermal analysis, using different windows, made in representing the different cities of Mexico bioclimates.

The results obtained are explained in a series of general recommendations to design and orientation the house, around the window becomes more and less heat gain depending on the city. Therefore the information provided leads to be able to select windows and appropriate orientation to allow the user thermal comfort.

# Introducción



# INTRODUCCIÓN

---

En el transcurso del tiempo se han venido incrementando diversas amenazas que afectan al planeta, dentro de las que destacan hoy en día son el daño al medio ambiente, conforme a esto cabe mencionar que últimamente diversas disciplinas se han interesado en temas medioambientales, por lo que en las diferentes áreas de estudio se pueden generar soluciones que se encuentren al alcance de nuestras manos, que ayuden a minimizar, controlar y remediar el deterioro al ambiente. Esta temática ha ido en aumento tomando conciencia de los problemas que posteriormente se puedan presentar.

Con lo que respecta a la arquitectura, se puede intervenir adecuando las construcciones al medio ambiente, utilizando de manera acertada los recursos que la naturaleza brinda, además de incorporar adecuadamente la tecnología creando un diseño amigable con el entorno, tomando así conciencia que cada una de las nuevas edificaciones, pueda tener un menor impacto en el ambiente.

Las construcciones contaminan, en la cantidad de energía que se consume a través de los materiales, tecnología, transporte, vida útil, por actividades que desempeña el usuario, así como en su demolición, entre otras, las cuales son producidas con recursos finitos como los combustibles fósiles que se agotan en el planeta.

Un apropiado edificio, con sus diferentes elementos arquitectónicos que la conforman, conllevara a un uso eficiente de la energía, además de que protegerá al usuario del ambiente exterior, regulando los diversos factores medio ambientales como son la lluvia, el viento, el sol, calor y frío, los cuales actúan sobre el edificio, siendo capaces de crear condiciones en el interior de los espacios, por lo tanto es importante conocer cómo influye cada uno de estos para poder generar de manera pasiva ambientes confortables para los usuarios.

En esta tesis se considerara a la ventana, en específico sus dimensiones, hoy en día este elemento arquitectónico es aplicado en las viviendas sin ningún conocimiento preciso de las ventajas o desventajas que puede acarrear, solo basándose por el gusto de algún estilo arquitectónico o la estética del edificio; en la actualidad, por todos los problemas ambientales, se debe de tener más énfasis en las características que conforman la vivienda para realizar un diseño consiente, que satisfaga de bienestar al usuario.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar y evaluar el comportamiento térmico de la vivienda, a partir de las ventanas en los diferentes bioclimas de México.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Realizar un levantamiento de campo de las ventanas generalmente utilizadas en las viviendas.

- Realizar el análisis térmico de una vivienda tipo, variando las ventanas convencionales, como las ventanas no convencionales, para las diferentes ciudades representativas de los bioclimas de México.
- Determinar el impacto térmico por el cambio de ventana, en las diferentes orientaciones, para cada una de las ciudades representativas de los bioclimas del país.
- Emitir recomendaciones de diseño y orientación para el uso de la ventana en la vivienda de México.

### **HIPOTESIS**

Las necesidades de confort térmico se pueden lograr mediante el adecuado diseño y orientación de la ventana en las viviendas de México, lo que aminorara el crecimiento del uso de sistemas convencionales de climatización, por lo que se eficientizará en gran medida el consumo energético en el país, lo cual no impactará en los valores estéticos y de seguridad de la vivienda, además de contribuir en la mejora del comportamiento térmico de la vivienda, así como a la sustentabilidad, por la conservación de los recursos no renovables y la mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

### **JUSTIFICACIÓN**

La arquitectura a través del tiempo ha sufrido grandes modificaciones de acuerdo a las exigencias que ha tenido el hombre desde su aparición, por lo que se ha visto en la necesidad de refugiarse de las inclemencias del tiempo, transformando su entorno, de acuerdo a las necesidades y posibilidades de la forma de vida que va adquiriendo en

el transcurso de cada época, mediante la utilización de la tecnología que en ocasiones, es utilizada erróneamente, distorsionando por completo la arquitectura, muestra de ello es que se olvida incorporar a las viviendas recursos que la naturaleza ofrece, originando con ello el discomfort de los usuarios.

El clima es un agente importante a considerar para la adaptación de la arquitectura en un lugar determinado, debido a que en función de este puede cambiar la concepción del edificio. Por lo cual a través del tiempo el recurso del que se ha valido el humano para proveerse de abrigo y de las inclemencias del tiempo ha sido la vivienda.

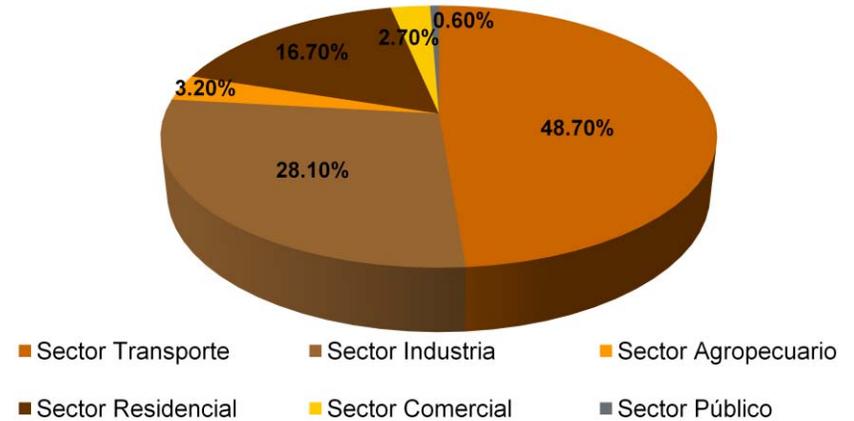
La vivienda juega un papel principal en el bienestar del ser humano, por lo cual se debe de poner atención a cada uno de los elementos arquitectónicos que la constituyen, de manera que se adapten adecuadamente al entorno que los rodea, aprovechando al máximo los recursos renovables que la naturaleza brinda, para poder lograr un mejor acondicionamiento.

Cabe destacar que hoy en día, se siguen equívocamente circunstancias inapropiadas como el de trasladar de un lugar a otro el diseño arquitectónico de cualquier edificación, sin tomar en consideración el entorno de cada lugar, inconvenientes como este se siguen repetidamente en diversos lugares del mundo, teniendo como consecuencia altos índices de consumo de energía en climatización, iluminación, el uso de aparatos electrodomésticos, la cual es producida por combustibles fósiles, una fuente limitada de recursos no renovables, además de que son causantes del calentamiento global, producido por los

gases efecto invernadero, teniendo como consecuencia transformaciones en el clima del planeta.

De acuerdo a que en el Balance Nacional de energía del 2009 el consumo final energético en México alcanzó los 4,795.2 PJ (Petajoules), mostrando una disminución del 6.5% respecto del año 2008, en donde: el **sector transporte** consumió 48.7% de energía, el **sector industria** 28.1%, el **sector agropecuario** 3.2% y el **subsector residencial, comercial y público** el 16.7, 2.7, 0.6% de energía respectivamente<sup>1</sup> (Gráfica No. 1), referente a las cifras mencionadas se puede constatar que el subsector en el que se puede interferir es el subsector residencial, por tal se debe de poner énfasis en el ámbito de la arquitectura, ya que se puede intervenir directamente utilizando herramientas adecuadas que estén al alcance de todos los implicados en esta área, como es el diseño arquitectónico adecuado, que conjugue la utilización de energías limpias y renovables, que puedan contribuir en el uso adecuado del consumo energético, que beneficie al ambiente y la sociedad.

**PORCENTAJE DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN MÉXICO POR SECTORES 2009**



**Fuente:** Balance Nacional de Energía 2009.

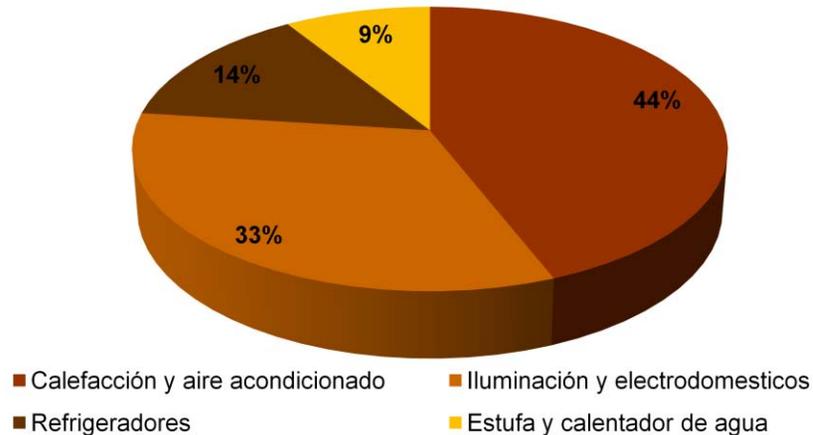
Gráfica No. 1 Porcentaje de consumo Final de energía en México por sectores

Información de la Comisión Nacional para el Uso eficiente de la Energía (CONUEE) que brinda información de los porcentajes de consumo promedio de energía eléctrica y gas en una vivienda, con climatización como *la calefacción y el aire acondicionado les corresponde un 44% para la iluminación y electrodomésticos el 33%, Refrigeradores el 14% y la estufa y el calentador de agua el 9%*<sup>2</sup>. (Gráfica No. 2)

<sup>1</sup>Secretaría de Energía, Dirección General de Planeación Energética. *Balance Nacional de Energía 2009*. Pág. 32-34.

<sup>2</sup> CONUEE. *Aparatos y espacios que consumen mas energía*. Información obtenida de la página de internet: [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos).

### PORCENTAJE DEL CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS



Fuente: CONUEE 2011

Gráfica No. 2 Porcentaje del consumo promedio de energía eléctrica y gas

Por lo tanto, en el momento de concebir los edificios se debe decidir las opciones que conducirán a una forma cuyo diseño y descripción serán cada vez más detalladas y cuya justificación puede hallarse en los tipos de ambientes interiores deseados<sup>3</sup>.

Mediante esto surge la expectativa de querer analizar a un elemento arquitectónico como la “ventana”, el impacto que tienen su dimensionamiento y su forma, conforme que actúa como un elemento regulador de la temperatura de la envolvente del edificio, además de que manipula de manera directa la distribución de ganancias o pérdidas de calor en el interior, por tal su funcionamiento cobra gran relevancia por la interacción que tiene con los elementos climáticos, convirtiéndose en un elemento indispensable a estudiar.

<sup>3</sup> Louis Izard Jean, Guyot Alain. *Arquitectura Bioclimática*. Pág. 90

De acuerdo a que muchas veces en el momento de diseñar el proyectista, considera a este elemento como estético o se deja manipular por una tendencia de moda y no pone la atención adecuada de las diversas funcionalidades que puede llegar a tener este elemento en el interior de una vivienda, en función de esto se deriva la insuficiencia de un proyecto arquitectónico que no considera las condiciones climáticas de algún lugar, lo cual se refleja en la incomodidad del usuario, que se ve en la necesidad de recurrir a algún mecanismo que le satisfaga de confort, como el uso de sistemas convencionales de climatización.

### CONTENIDO

En el presente apartado se muestra la estructura de tesis, concerniente al tema de: “Impacto Térmico de la ventana en la vivienda de México: Recomendaciones para el diseño y la orientación”, la cual parte de:

Un análisis de los antecedentes en donde se presentan diferentes investigaciones realizadas sobre elementos arquitectónicos como la ventana, con este preámbulo, conocer lo realizado sobre el tema.

En seguida se presenta el marco teórico en donde se presentan algunos términos, como características propias de la ventana, enfatizando en el tema central de esta investigación, la “ventana”, con la finalidad de obtener un conocimiento actual de la teoría.

Posteriormente se define la metodología a utilizar, explicada de manera conceptual cada una de sus partes que la conforman, como el

Estudio del bioclima, Evaluación de las condiciones de confort higrotérmico, Análisis solar para la evaluación de la orientación y Análisis de la ganancia de calor en la envolvente.

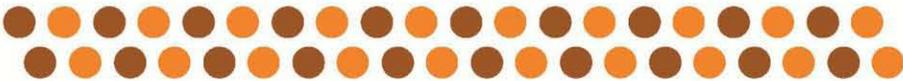
En otro apartado se aplica la metodología considerando un caso de estudio, la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, de donde se presenta la ubicación geográfica, los elementos del clima, como la temperatura, humedad relativa, precipitación, entre otros, para analizar a través de herramientas como la carta bioclimática de Olgyay y el diagrama psicrométrico de Givoni, sintetizando el análisis en un diagrama de isorequerimientos, donde se determinan las condiciones de sensación térmica como frío, calor y confort que se tienen durante el año en las 24 horas del día. En paralelo se realizó un estudio solar, con graficas equidistantes, para conocer la trayectoria y la incidencia de los rayos solares sobre las principales orientaciones, resultando del análisis, la orientación optima, además se realiza un estudio de campo de las diferentes dimensiones y geometrías de ventana que son utilizados en el diseño de las viviendas, para elegir algunas de ellas y llevar a cabo el análisis del impacto térmico, por las ganancias de calor por conducción y radiación de los diferentes elementos de la envolvente de la vivienda.

Posteriormente se realiza el análisis térmico en la vivienda tipo. El análisis se efectúa para los diferentes bioclimas de México, seleccionando una ciudad representativa por cada bioclima, considerando las ventanas seleccionadas, las cuales son convencionales y no convencionales en el diseño y construcción de viviendas, para determinar los impactos térmicos por orientación, obteniendo con los resultados, una serie de recomendaciones para la utilización apropiada de la ventana y su orientación, para cada bioclima de México.

Finalmente se presentan las conclusiones sobre la importancia de tener un conocimiento sobre los impactos térmicos que puede causar la ventana en el interior de la vivienda, con el objetivo de manejar de manera adecuada este elemento arquitectónico de acuerdo a la orientación y bioclima. Por último se presentan cada una de las referencias bibliográficas utilizadas.

# CAPITULO 1

## Antecedentes



# 1. ANTECEDENTES

---

Se realizó una búsqueda de información bibliográfica enfocadas en el estudio de las ventanas, enseguida se describirán brevemente algunas:

David Morillón Gálvez, Manuel A. López P., Luis V. Rodríguez (1998), realizan el efecto térmico de las ventanas conforme al área de estas en el total de la fachada considerando una vivienda de interés social, para comparar los valores propuestos en el proyecto de norma para la envolvente de edificios de uso habitacional (NOM-020-ENER-2010). El efecto térmico lo determinan a través de la evaluación de ganancias térmicas por radiación mediante las ventanas con vidrio de 3 y 6mm, tomando diferentes porcentajes de área de ventana del total de la fachada, incluyendo el valor propuesto en la norma (10%). Dicha evaluación se realiza tomando cinco ciudades de México, para posteriormente comparar las ganancias adquiridas con el consumo de energía para cada uno de los casos, asimismo se obtiene el efecto de los sombreadores en ventanas, en donde concluyeron que se necesitan modificar las áreas de ventanas, así como acelerar la innovación tecnológica para los vidrios que se utilizan de tal manera que cumplan con la norma o aumentar los costos de la vivienda ante los costos del vidrio actualmente. Existe similitud de la evaluación térmica que se realiza en ventanas y en diferentes ciudades de México, cambiando que en esta

investigación se toma en cuenta las dimensiones reales y geometrías de ventanas ya empleadas.

U. Larsson, B. Moshfegh, M. Sandberg (1999), efectúan un proyecto de investigación enfocado en la mejor integración de las ventanas con el clima de aire interior y la percepción de la gente en las ventanas. El rendimiento térmico de una ventana aislada lo consiguen numéricamente y experimentalmente a través de una sala de ensayos para inviernos diferentes, las características de la ventana son de triple acristalamiento con dos espacios cerrados llenos de criptón gas inerte, resaltando que la transferencia de calor depende de tres mecanismos: conducción, convección y radiación. En el análisis descrito se enfocan en lo que es el vidriado de la ventana a diferencia del análisis tratado en este documento.

Stephane Citherlet, Francesca Di Guglielmo, Jean Bernard Gay (2000), efectúan un indicador de los impactos ambientales de sistemas de acristalamiento avanzado, incluyendo el ciclo de vida de la producción, mantenimiento y un balance térmico de la fase de utilización. En este estudio se enfocan al acristalamiento de la ventana, la cual, es otra característica de cómo ha sido estudiado este elemento arquitectónico.

J. Karlsson, B. Karlsson, A. Roos (2001), presentan un modelo para obtener el balance anual de energía de una ventana, consideran características como: datos meteorológicos, irradiación solar por hora, temperatura exterior, para evaluar el flujo de energía de calor que atraviesa por una ventana. A diferencia de la investigación tratada

consideran datos de radiación solar dinámica y en la tratada se toma en cuenta la radiación solar estática, además de conocer el impacto térmico del dimensionamiento de la ventana.

David Morillón y David Mejía (2002), realizan un análisis de la ganancia de calor en una vivienda prototipo del Infonavit en la Paz, Baja California Sur, para conocer cómo influye sin el uso y con el uso de control solar como aleros y partesoles, obteniendo notables diferencias en los resultados, considerando la radiación solar incidente en cada una de sus superficies mediante el método gráfico de Olgyay. Cabe resaltar que la metodología que implementan es utilizada en esta tesis pero adecuándola para obtener la orientación óptima.

R. Zmeureanu, S. Iliescu, D. Dauce, Y. Jacob (2003), presentan el desarrollo y validación de un modelo de computadora diseñado como una herramienta práctica para la evaluación del impacto de la radiación de las ventanas en la sensación térmica de la gente. Lo llevaron a cabo de la siguiente manera: desarrollo de un pre procesador, implementación de un procedimiento para evaluar la temperatura radiante media (MRT) entre una persona y superficies circundantes, implementación de un procedimiento para calcular el índice del voto medio previsto (PMV) y la validación experimental del modelo de ordenador. La simulación de MRT Y PMV se comparó con las mediciones de una cámara ambiental, en el que dos paneles de calefacción eléctrica se instalaron en una pared para simular una ventana caliente, indicando los resultados un buen acuerdo. A diferencia del análisis que se realiza en este documento, que es sobre el impacto térmico que genera la ventana hacia el interior y el descrito se enfoca en lo que es el impacto de radiación de la ventanas en la sensación térmica de las personas.

Samantha Montoya, Michelle Meza, J. Eduardo Vázquez (2004), llevaron a cabo un análisis de asoleamiento en ventanas, en Mexicali, Baja California, en donde consideraron 49 ventanas con diferentes dimensiones comerciales que van desde 0.3048 x 0.3048m. hasta 2.1336 x 2.1336m, las cuales son analizadas en las 8 orientaciones básicas, en 3 fechas, registrando los datos a cada media hora, teniendo como finalidad plantear propuestas de diseño de diversos elementos de protección solar en las diferentes orientaciones, para lo cual los resultados que fueron obteniendo es mediante la utilización de diversos software que estudian la geometría solar y el diseño de elementos arquitectónicos, que para su estudio tomaron en cuenta los siguientes: Geomsol, Solventana, Autocad, 3D Studio Max, The Sun Tool y Ecotec. Aunado a lo descrito también describen con detalle el método digital tridimensional para el análisis de diseño de elementos de protección solar en ventanas, tomando como base Stansinopoulos 2000, en donde realizaron algunos ajustes como es el de utilizar una herramienta muy común en los arquitectos como lo es el autocad 3D y el 3D Studio Max, para el análisis de la geometría solar sobre elementos de protección solar en ventanas. Esta es uno de los estudios que se tiene más correlación con el tema a tratar diferenciando en que la mencionada se enfoca en el diseño de elementos de control solar y la que se va a tratar se enfatizara en el diseño y orientación específico de la ventana.

Concerniente a información de ventanas estipulado en las Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal (2004) se puede encontrar respecto al dimensionamiento de estas, en lo que se establece que el área de ventana para iluminación no será inferior al 17.5% del área del local en todas las especificaciones excepción de los locales

complementarios donde este porcentaje no será inferior al 15% y para ventilación el porcentaje mínimo será del 5%. Aunadamente a lo que se estipula en las normas, con el análisis que se pretende realizar se brinda mayor información para diseñar y efectuar ventanas que beneficien en mayor medida al confort del usuario.

Rafael Almanza Salgado (2005), analiza una nueva alternativa para remediar el disconfort en el interior de edificaciones, lo cual consiste en colocar recubrimientos en los vidrios, a lo que llama “filtros solares”, con la finalidad de regular la entrada de radiación solar incidente en las ventanas, evitando el calentamiento excesivo en el interior por ganancias térmicas en la temporada de calor, así como la pérdida de calor hacia el exterior durante las temporadas de frío, generado propiciar un ahorro en el consumo de energía por calefacción y aire acondicionado. En los dos anteriores estudios enfatizan en el estudio del vidrio evaluando en diferentes aspectos lo que para esta investigación se considera al vidrio en su presentación más comercial que es la de un vidrio transparente de 3mm de espesor.

Alejandro Correa Ibarguengoitia, David Morillón (2005), acoplan un modelo planteado por Gagge, para el análisis térmico de la ventana, adecuando las ecuaciones con las características de la ventana, con datos de la transmitancia y el factor U, para obtener el modelo descriptivo del ambiente que se presentara en una oficina, en la ciudad de México, con la finalidad de lograr mediante el diseño pasivo la optimización de la energía solar, logrando un confort adecuado, en relación con el análisis térmico que se realiza en este documento, este estudio puede ser otro punto a considerar para llevarlo a cabo y obtener las comparaciones resultantes entre cada uno de ellos.

José Jassón Flores Prieto, Gabriela Álvarez García (2005), realizan una evaluación experimental, para evaluar el coeficiente de ganancia de calor solar “SHGC” (relación de la energía solar que logra entrar a través de un vidrio de ventana entre la energía solar que incide en la ventana), en vidrios de ventanas, considerando el campo de flujo de calor local, extendiendo esta evaluación para vidrios con película delgada, en donde los flujos de calor son evaluados midiendo el campo de temperaturas de la superficie mediante el procesamiento de imágenes infrarrojas y el gradiente de temperaturas del aire en la sub-capa obtenida de los registros de temperatura empleando un termopar móvil, teniendo que el SHGC no se modifica significativamente. En el análisis térmico que se efectuará en la presente tesis es en una vivienda tipo, teniendo como principal aspecto la variación de las dimensiones y el diseño de la ventana donde el vidrio que es la principal característica del estudio descrito, para este caso se considera el vidrio más característico que es el transparente de 3mm de espesor.

Da Costa Silva Heitor, (2005), lleva a cabo recomendaciones de diseño de ventana para la región climática de Puerto Alegre, conforme a que los reglamentos de construcción locales relacionan el área de ventana mínima para la ventilación y la luz de día, además de que el estudio identifica diferentes requerimientos tales como la posición relativa, forma y área, para proveer de un sistema de luz natural y movimiento de aire. Por lo tanto las recomendaciones que se presentan en este estudio es el de ofrecer pautas de diseño para la tipología de edificios de viviendas, para de esta manera aumentar el confort térmico de los ocupantes. El estudio definido se asemeja por querer un aumento en el

confort térmico proporcionando luz y aire a diferencia del que se tratará, es en base a ganancias de calor.

Adolfo Gómez Amador, Armando Alcántara Lomeli, Erika Alejandra Alvarado Cabral (2006), incurren en que la ventana es un elemento de control climático de mayor importancia en la arquitectura, por lo que su estudio se basa en la realización de mediciones del viento en Colima, para establecer su comportamiento en el área de la ventana en el sentido vertical tomando diferentes puntos, parte inferior, media y alta y en el sentido horizontal contemplando la parte exterior, central e interior de la ventana, de lo cual percibieron notables cambios en ambos sentidos. El principal aspecto de estudio en correlación con lo que se trata en esta investigación es la ventana diferenciando de que en la descrita se analiza al viento que pasa a través de ella y en la presente las ganancias de calor que se adquieren mediante la variación de sus dimensiones y diseño.

Ilknur Turkseven Dogrusoy, Mehmet Tureyen (2006), llevaron a cabo un estudio de campo para determinar las preferencias de ventanas en espacios de oficina y descubrir las razones por las cuales pueden afectar en las decisiones de diseño, el estudio lo realizaron en edificios de oficina localizados en Izmir-Turquía. En la realización de la investigación encontraron que la mayoría de los usuarios (48.6% n=107) prefieren primeramente las ventanas en muros las cuales tiene un área de ventana grande, en segundo lugar las ventanas horizontales (35%, n=77), y en tercer lugar los tipos de ventana cuadrada (10.9%, n=24) para sus propios espacios de trabajo. A pesar de que se tiene áreas de superficie iguales en la escala de preferencia, la forma de ventanas cuadrada ha sido preferida mucho más que la rectangular y la forma redondeada y la forma de ventanas horizontal que las verticales. El tipo de ventana genera

calidad en el trabajo de oficina y en la calidad de vista creando diferencias significativas en determinar los factores anteriores detrás de las preferencias de ventana, por lo tanto el significado de ventana sería diferentes de acuerdo a los tipos de usuario, a las actividades y al medio ambiente. Para este caso el estudio se enfoca en la predilección que tiene los usuarios por algún tipo de ventana, lo cual para el estudio a realizar se pretende evaluarlas a través de las ganancias térmicas.

Sebastian Herkel, Ulla Knapp, Jens Pfafferott (2006), efectuaron un estudio de campo del comportamiento de los usuarios en relación con el control manual de ventanas el cual fue realizado en 21 oficinas individuales en el edificio del Instituto de Fraunhofer en Freiburg, Alemania de Julio del 2002 a Julio del 2003, en donde el estado de ventana, la ocupación, las condiciones climáticas en el interior y exterior son medidas a cada minuto; conforme a que en investigaciones previas encontradas fueron validadas y ampliadas con los resultados que obtuvieron en este estudio de campo, revelando que el análisis del comportamiento del usuario tiene una fuerte correlación entre el porcentaje de ventanas abiertas y la época del año, la temperatura exterior y los patrones de ocupación del edificio, teniendo que en verano el porcentaje de ventanas abiertas es más alto que en invierno y un repentino incremento y disminución de el porcentaje de ventanas abiertas es encontrado en primavera y otoño indicando un cambio en el comportamiento del usuario por lo que la mayoría de aberturas de ventana es relacionada con la llegada de alguna persona. En contraste del estudio anterior este se enfoca en el comportamiento que tienen los usuarios en el control manual de ventanas en ciertas temporadas del año, por lo que en este caso se efectuará el análisis para saber cómo influye la

dimensión y el diseño de la ventana en las diferentes orientaciones pero considerando a la ventana en estado estático.

U.G. Yasantha Abeysundra, Sandhya Babel, Shabbir GheewaLA, Alice Sharp (2006), en Sri Lanka, India desarrollaron una comparación del análisis ambiental económico y social de dos tipos de materiales de puertas y ventanas (madera y aluminio) los cuales son muy utilizados en Sri Lanka, además de que consideran el ciclo de vida, lo que ayudara a la toma de decisiones en la selección de materiales para cada uno de los elementos que se analizan, ambientalmente estos materiales son analizados en términos de energía incorporada y los impactos ambientales como el calentamiento global, lluvia acida; el análisis económico lo llevan a cabo considerando los precios del mercado de los materiales estudiados, el análisis social se enfoca al confort térmico, estética, capacidad para construir rápidamente y la durabilidad basándose en los datos obtenidos mediante cuestionarios y entrevistas realizadas a ingenieros, arquitectos, constructores de edificios, teniendo como resultados que los elementos de madera en el aspecto ambiental y económico son mejores que el aluminio y en el aspecto social es al contrario debido a que el aluminio se desempeña mejor en este aspecto. La relación que mantiene esta investigación con la que se lleva a cabo es el elemento arquitectónico "ventana", tratándola desde diferentes puntos de vista, en materiales (madera y aluminio) evaluados ambiental, económicamente y socialmente, obteniendo como ventaja el conocimiento de cada uno de los aspectos evaluados. Resaltando que el material que se utiliza en la ventana de la vivienda tipo, es el aluminio.

Adelqui Fissore y Néstor Fonseca (2007), en Chile llevaron a cabo la descripción del diseño del estudio experimental del balance térmico de

una ventana para validar un modelo teórico del diseño térmico de un sistema de abertura, de acuerdo a que la ganancia de el sol es menor que la pérdida de la diferencia entre la temperatura interior y exterior, considerando que esto es válido para condiciones climáticas en gran parte del Hemisferio norte en donde los inviernos son muy fríos, sin embargo en muchas áreas del Hemisferio Sur en donde se presenta más temperatura de inviernos el balance térmico puede ser diferente, por lo tanto lo consideran útil para analizar con detalle el balance térmico de una ventana, lo que permitiría generar una reducción en el consumo de energía por calefacción, a través de la modificación del diseño arquitectónico como orientación, protección interior y tamaño de ventana, con lo que se creó un modelo teórico de cálculo creado para el diseño térmico de ventanas de cristal sencillo adaptados para inviernos de climas templados, en donde el modelo considero la relación entre y las condiciones interiores y exteriores de la ventana. Para la validación experimental del modelo se considero las siguientes variables, se diseño y construyo un sitio de pruebas con un solo muro y una ventana expuestos a las condiciones climáticas, teniendo como objetivo mostrar los sistemas de medición y los tipos de experiencias implementadas durante un año de mediciones, uno con calefacción (otoño-invierno) y otro sin calefacción (verano-primavera), así como los resultados del análisis de incertidumbre correspondientes a cada variable, que finalmente calcule el error estimado.

Adelqui Fissore, Néstor Fonseca (Chile, 2007) presentan los resultados de las mediciones del comportamiento térmico de una oficina durante un periodo de un año de experimentación en un banco de pruebas en donde se consideraron las variables que se mencionan en el párrafo anterior, con base en los resultados obtenidos se llevo a cabo un

análisis experimental del balance térmico de la ventana en relación a sus alrededores, especialmente el efecto del clima y los diferentes tipos de protección interior usados sobre la ventana con el fin de evaluar el consumo de calefacción, consiguiendo notar diferencias significativas con cada una de las variables en las diferentes estaciones del año.

Néstor Fonseca Díaz y Jean Michel Mottard (Chile, 2007), retomando las características del sitio de pruebas para realizar la descripción del diseño del estudio experimental del balance térmico de una ventana, desarrollaron un modelo de cálculo teórico para calcular la pérdida de calor de una ventana adaptado para inviernos de climas templados, simulando el comportamiento térmico de un local expuesto al medio ambiente exterior, cambiando diversas variables en la protección interior de la ventana durante un año de mediciones y de esta manera experimental verificaron la validez de su modelo matemático. Esta es una de las investigaciones más completas enfocadas en el elemento arquitectónico de la ventana, la cual permite validar cada uno de los aspectos que se consideran en su estudio, ultimando en un modelo de cálculo teórico, el cual sirve de referencia por si en el análisis a realizar se requiere profundizar en posteriores estudios.

Geun Young Yun, Koen Steemers (2007), efectuaron un estudio para ampliar la comprensión del control de la abertura de ventana por la ocupación, en oficinas privadas de dos personas en verano. El estudio de campo fue realizado de 13 de Junio al 15 de Septiembre de 2006 en oficinas con y sin ventilación nocturna, localizadas en Cambridge, Reino Unido, los datos monitoreados evidencian que hay una relación estadísticamente significativa entre el patrón de comportamiento de abertura de ventanas y la temperatura del aire interior en verano,

obteniendo con los datos monitoreados dos modelos del patrón del comportamiento de aberturas de ventanas en verano para oficinas con y sin ventilación nocturna ocupadas por una o dos personas. Cada modelo es compuesto por la probabilidad de submodelos para el inicio, de horas intermitentes y fin de la ocupación. Esto predice que la probabilidad de cambio del estado de ventana de abierta a cerrada o de cerrada a abierta como una función de la temperatura interior y del estado previo de la ventana. Sin embargo también se dan estudios que engloban a la ventana pero contemplándolo en el aspecto de comprender el control de la abertura, lo cual para este documento el análisis se mantiene a la ventana de manera estática.

José R. Moreno Peña, Leandro Sandoval A., Gabriel Gómez Azpeitia (2007), realizaron un estudio en dos viviendas de interés social sin habitar, con las mismas características físicas, en un primer experimento, y un segundo con una vivienda habitada, en donde compararon las mediciones de ambos experimentos, registrando la actividad humana conforme a cuando y en cuanto tiempo abrían o cerraban las puertas y ventanas en la casa que fue habitada. El objetivo era encontrar una o varias correlaciones entre esta actividad que realizaban los usuarios, para obtener el comportamiento térmico de la vivienda no habitada con relación a la habitada, en donde obtuvieron que las modificaciones causadas por el usuario en abrir y cerrar puertas y ventanas influían en la temperatura del interior de la vivienda logrando mediante esta actividad que los usuarios obtuvieran temperaturas similares al exterior en las horas de la noche y el amanecer, además de percatarse que en el resto del día las temperaturas eran más bajas por la actividad influenciada del usuario, que en la vivienda no habitada. La relación existente entre el análisis mencionado y el por analizar, es

conocer el comportamiento térmico de viviendas de interés social, variando las características consideradas en cada estudio.

Frédéric Haldi, Darren Robinson (2009), efectuaron un estudio en la interacción con las aberturas de ventana por los ocupantes de oficina, con base en siete años de mediciones continuas, analizando a detalle la influencia de ocupación, los parámetros climáticos de la temperatura interior y exterior (temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa y precipitaciones), en el comportamiento de ventanas abiertas y cerradas, también se tuvo en cuenta la variabilidad de comportamiento entre individuos, desarrollando y probando varios métodos de modelado, concluyendo con la descripción de un algoritmo para implementar el modelo en herramientas dinámicas para la simulación de edificios. La analogía que presenta el estudio anterior con la investigación a analizar es que ambas se toman en cuenta las temperaturas, la humedad y el comportamiento de ventanas cerradas variando los aspectos de forma de análisis.

A. Piccolo, F. Simone (2009), presentaron pruebas experimentales realizadas para el estudio de el efecto del vidriado electrocrómico, en el discomfort por el deslumbramiento de ventanas. La investigación es llevada a cabo a pequeña escala, equipada con un área pequeña de doble vidriado, en donde un panel consta de un dispositivo de efecto electrocrómico y el otro de un ordinario vidrio flotado claro, el rendimiento de dispositivo es investigado bajo condiciones reales como una función del tiempo, intensidad de radiación solar, orientación de las células de prueba, estrategias de conmutación (estática y dinámica). Los métodos de evaluación adoptados para evaluar el discomfort del grado de deslumbramiento son la “Nueva luz de día del índice de deslumbramiento”

y la “Clasificación subjetiva de deslumbramiento”, de lo que se derivó resultados compatibles de la aplicación de estos dos métodos, mostrando que las ventanas en la fachada sur bajo las condiciones climáticas involucradas, el vidriado puede ser efectivo en reducir el discomfort de deslumbramiento causado por un alto brillo originado de la claraboya difusa, la reducción del deslumbramiento puede realizarse sin poner en peligro gran parte de la luz del día disponible, sin la necesidad de aumentar la iluminación artificial, preservando una vista exterior sin obstrucciones. La aparición de los efectos de deslumbramiento en fachadas del oeste y este con ventanas es más difícil de ser controlados debido a los bajos ángulos solares, los cuales implican el uso de dispositivos electrocromicos que pueda cambiar los efectos de transmisión o integrar los tradicionales dispositivos de protección. Este compromiso probablemente de la disponibilidad de la luz de día interior (y el potencial de energía ahorrado asociada a reducir el uso de iluminación artificial), por lo que el efecto positivo del vidriado electrocromico puede ser una reducción substancial de la frecuencia del uso de aquellos sistemas adicionales de sombreado.

Jingshu Wei, Jianing Zhao, Qingyan Chen, (2010), realizaron una investigación para obtener el estudio optimo de una ventana de doble flujo de aire para regiones de clima diferente en China, dicha ventana podría ser utilizada para conservar la energía y mejorar la calidad de aire en el interior, el análisis se basa en la importancia de 13 características como: la tasa de suministro de aire al aire libre, altura de la ventana, el coeficiente de ganancia de calor solar, la orientación de la ventana, los cuales son de las características más importantes, también consideraron el ancho de la cavidad de ventana, ancho de la ventana, conductividad térmica, el espesor del vidrio, emisividad, conductividad térmica del marco

de la ventana, el ancho del marco de la ventana, coeficiente de sombra. Con el diseño óptimo de la ventana de doble flujo se podría ahorrar 25% de energía de la región en clima cálido y 34% en clima frío. En esta investigación se contemplan más aspectos a investigar a diferencia de la que se trata en esta tesis, coincidiendo en el ahorro de energía.

G. M. Stavrakakis, D. P. Karadimou, P. L. Zervas, H. Sarimveis, N. C. Markatos (2011), presentan un nuevo método computacional para optimizar el tamaño de la ventana para el confort térmico y la calidad del aire interior en edificios con ventilación natural. Toman un caso de estudio correspondiente a un departamento, con una sola fachada con ventilación, el flujo de aire lo consideran a través de la simulación de un modelo de dinámica de fluidos computacional. Los patrones de flujo de aire acondicionado se utilizan para predecir los índices de confort térmico, índices de calidad de aire en interiores, eficacia de la ventilación del bióxido de carbono y la eliminación de compuestos orgánicos volátiles. Los valores medios de los índices mencionados, dentro de la zona ocupada se calculan con diferentes tamaños de ventanas, para generar una base de datos que valide, que determine las ventanas para interiores agradables y saludables. El estudio descrito presenta similitud con el estudio que se presenta en este documento conforme a que se toman en cuenta el tamaño de ventanas además de buscar el confort.

Conforme a lo descrito se puede percatar de la importancia que tiene la investigación de la ventana, ya que se ha estudiado de diferentes maneras, de acuerdo a que este elemento arquitectónico presenta una diversidad de funciones en el confort térmico del interior de una edificación, por lo que este tema tiene un amplio campo de estudio para ser tratado, con la finalidad de obtener mejores resultados que sean

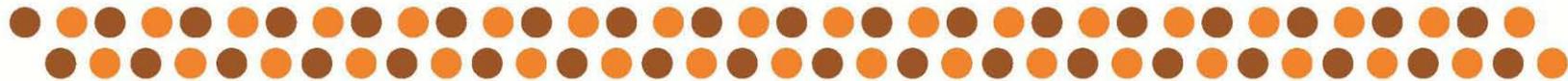
aplicables, para cada caso en particular y poder obtener beneficios satisfactorios.

Cabe resaltar que con este apartado se conoce el estado actual de lo que se ha estudiado entorno al elemento arquitectónico de la ventana, por lo que a partir del análisis de investigaciones encontradas, se emprende un estudio novedoso.

Por lo tanto se decide llevar a cabo el análisis térmico evaluando diferentes ventanas convencionales y no convencionales a través de las ganancias de calor que se obtenga en una vivienda tipo, en las principales orientaciones, considerando ciudades representativas de los diferentes bioclimas de México a manera de conocer el impacto térmico que genera cada una de ellas y poder emitir recomendaciones de diseño y orientación apropiada de la ventana para cada uno de los bioclimas de México.

# CAPITULO 2

## Conformación arquitectónica de la ventana en la vivienda



## 2. CONFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA VENTANA EN LA VIVIENDA

---

### 2.1. LA VENTANA

El arquitecto animado por la tentativa bioclimática debe conocer pues las posibilidades que ofrecen ciertos elementos tradicionales de la arquitectura en la gestión térmica de los edificios.

Estos elementos, que a veces se califican como envolturas bioclimáticas, son todos relativos a la piel exterior de la arquitectura, es decir, al lugar donde se manifiestan los intercambios térmicos entre el edificio y su medio ambiente<sup>4</sup>.

La ventana como elemento arquitectónico en el proyecto de algún edificio mantiene un contacto inmediato con el exterior, además de que en conjunto con los demás elementos arquitectónicos, tienen la función de dar una apariencia a la fachada de cualquier construcción.

El diseño y construcción de una ventana se puede manipular interpretándola desde diferentes aspectos, dependiendo de la búsqueda que requiera el ser humano, de acuerdo a la ocupación que se le vaya a dar al edificio.

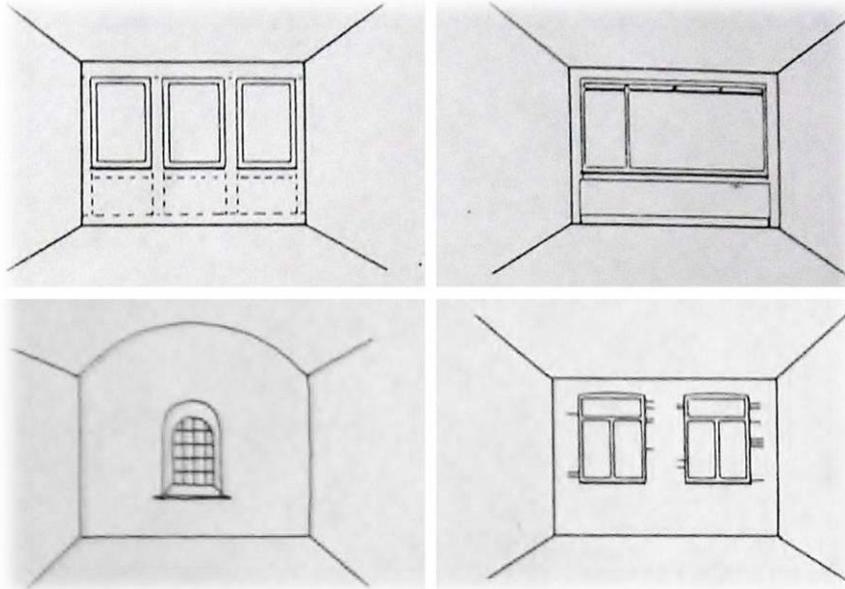
Por tal motivo las aberturas de ventanas pueden variar conforme a sus dimensiones, ancho, alto, profundidad, de la iluminación y ventilación que se le quiera proveer al interior del espacio arquitectónico, de la protección visual a través de elementos adicionales como cortinas, persianas, elementos de protección solar como aleros, partesoles, toldos, de los tipos de abertura que hoy en día existen.

Conjuntamente a lo anterior la elección del tipo constructivo, material del marco y clase de vidrio de una ventana dependen de los requisitos técnicos y estéticos que deba cumplir este elemento arquitectónico, como la impermeabilidad contra la lluvia, aislamiento térmico y acústico, protección contra incendios entre otros.

En las siguientes figuras se podrá observar algunas de las variaciones descritas:

---

<sup>4</sup> Louis Izard Jean, Guyot Alain. *Arquitectura bioclimática*. Pág. 90.

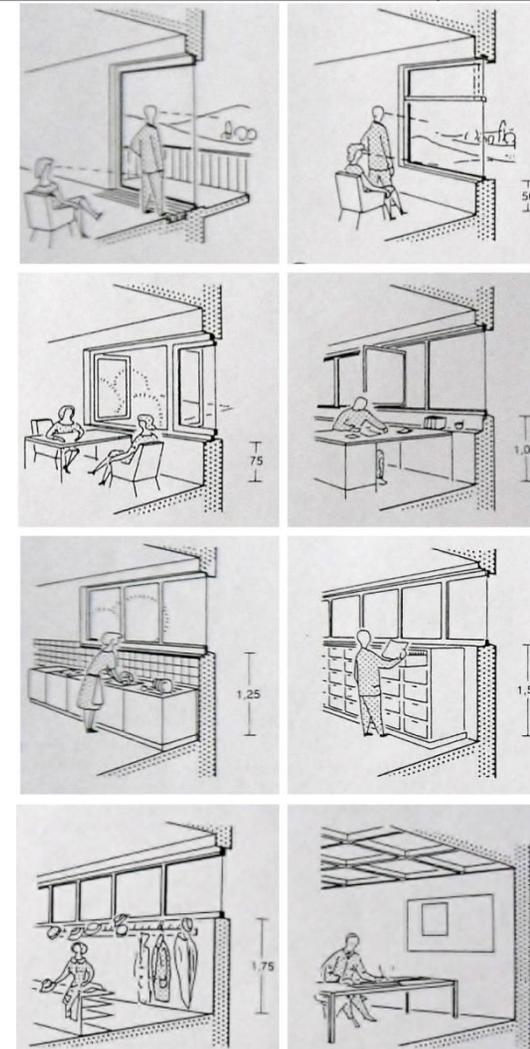


Fuente: Neufert Peter et. al. *Arte de Proyectar en Arquitectura*. Pág. 161

Fig. No. 1 Diferentes diseño y localización de la ventana

En la figura no. 1 se observan algunos ejemplos de cómo puede ubicarse una de ventana, en medio de un muro, colocar dos o tres ventanas localizadas simétricamente, en todo lo amplio del muro, inclusive las dimensiones en las que pueden ir variando.

Se encuentran diferentes alturas en la cual pueda iniciar una ventana, en ocasiones tiene que ver con la función del espacio arquitectónico de acuerdo a la actividad que se vaya a desempeñar, sea una recamara, cocina, cuarto de estudio, estancia, oficinas, vestidores entre otros, tal y como se puede ver en la figura No. 2.

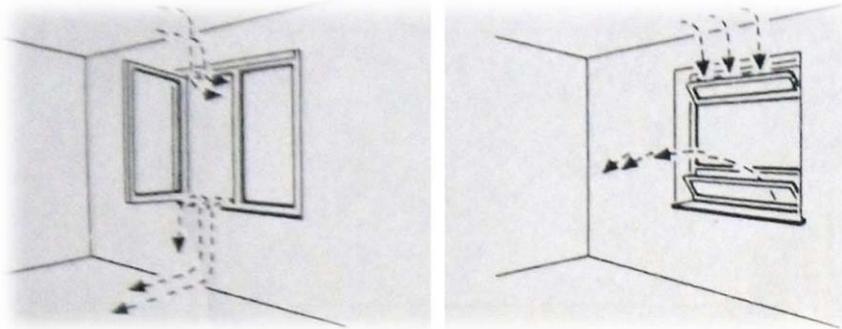


Fuente: Neufert Peter et. al. *Arte de Proyectar en Arquitectura*. Pág. 161

Fig. No. 2 Variación de la altura de la ventana respecto a la función del espacio arquitectónico.

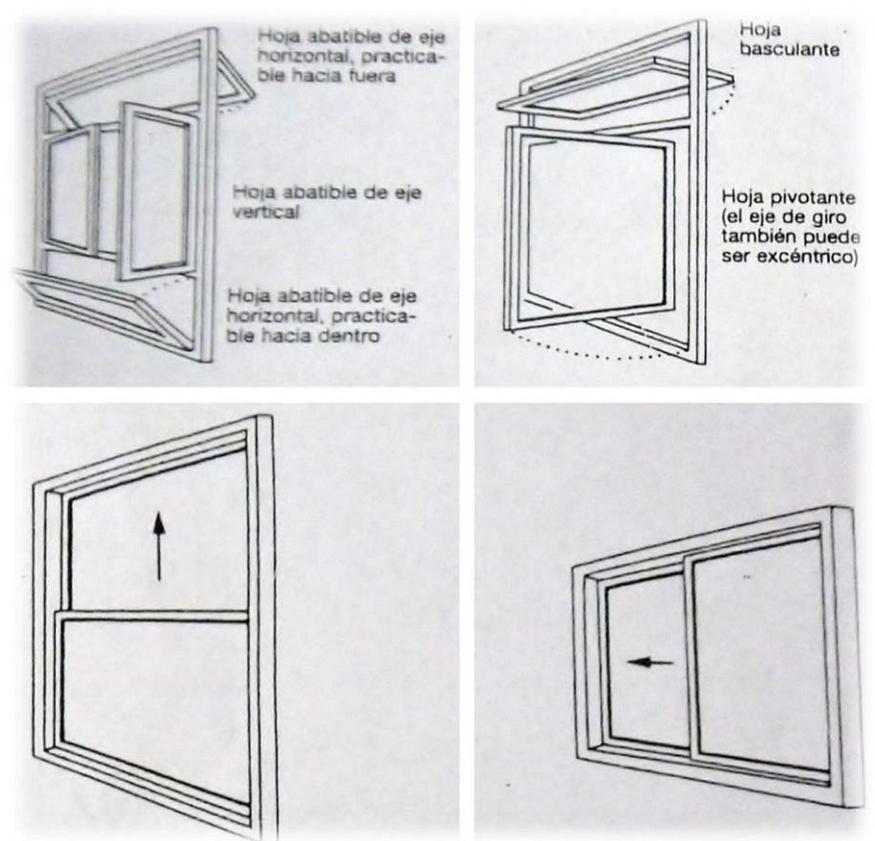
Otra de las funciones que puede llegar a desempeñar el elemento arquitectónico como la ventana es el de prever ventilación a espacios

interiores, mediante la aplicación adecuada de los tipos de abertura.  
(Figura No. 3).



**Fuente:** Neufert Peter *et. al. Arte de Proyectar en Arquitectura*. Pág. 161  
Fig. No. 3 Ventilación de los espacios arquitectónicos a través de las ventanas.

En la actualidad se manejan diferentes tipos de aberturas de ventana, se puede encontrar hojas abatibles de eje horizontal o vertical que abran hacia afuera o hacia adentro, de hojas basculantes, pivotantes, de guillotina o corredizas, las cuales se pueden observar en la figura No. 4.



**Fuente:** Neufert Peter *et. al. Arte de Proyectar en Arquitectura*. Pág. 163

Fig. No. 4 Diferentes tipos de abertura de ventanas

### 2.1.1. CONCEPTUALIZACIÓN Y COMPONENTES DE LA VENTANA

La ventana, es un elemento que no puede faltar por que conforma parte elemental de la envolvente de cualquier edificio de acuerdo a que es definida como: *una abertura en la pared, más o menos elevada sobre el nivel del suelo, destinada a cumplir diversas funciones en la arquitectura:*

por una parte, permitir el paso de la luz y radiación solar al interior de los locales, al mismo tiempo que facilitar la ventilación natural de los mismos.

Este concepto deja bien claro que la ventana es el hueco abierto en una pared por lo que puede penetrar el aire y la luz proveniente del exterior<sup>5</sup>.

Para tener un conocimiento amplio de la ventana se debe de tener en cuenta cada una de las partes elementales que la conforman, por lo que en seguida se hace una breve descripción:

Se llama telar al conjunto de los planos o superficies que constituyen el contorno límite del hueco, dejando visible el grosor del muro en el que ha sido abierto. El telar determina, por lo tanto, el espesor de la ventana. Es propiamente el perímetro arquitectural del hueco desnudo, tal como queda en la construcción.

El telar está integrado por la sucesión de cuatro planos a escuadra entre sí, e igualmente trazados a escuadra con respecto al paramento. Cada uno de ellos tiene su nombre característico.

**Jambas.** Son las superficies verticales del telar. Corresponde a sus laterales derecho e izquierdo, respectivamente.

**Dintel.** Es el plano superior del hueco, que se extiende entre las cabezas de ambas jambas.

<sup>5</sup> Ayuso Carlos. 260 modelos de ventanas. Pág. 9.

**Alfeizar.** Es la denominación que recibe la base del telar, que al mismo tiempo forma la coronación del **antepecho**, es decir, de la parte del paramento comprendida entre el suelo y el propio alfeizar<sup>6</sup> (Fig. No. 5).

D.R. © Araceli Morales, México, D.F., 2010.

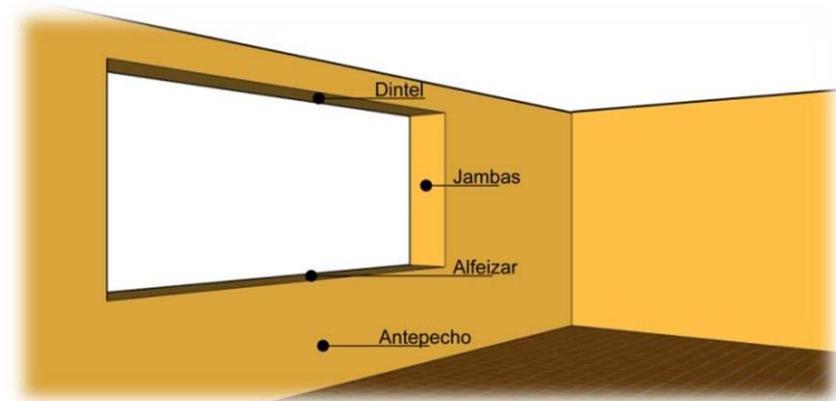


Fig. No. 5 Componentes del telar de una ventana

De acuerdo a dichos componentes, estos son los que sirven de base para colocar el marco de la ventana, encargado de sujetar el vidrio, el cual se convierte en la protección de las condiciones del ambiente exterior.

### 2.1.2. JERARQUÍA DE LA VENTANA

Las ventanas como elementos claves de edificios, son esenciales<sup>7</sup>, en diversos aspectos

- Arquitectónicamente (diseño, dimensión y localización en el diseño de la edificación)
- Socialmente (que va a suministrar al usuario)

<sup>6</sup> Ayuso Carlos. Op. Cit. Pág. 9.

<sup>7</sup> Muhner T., et. al. Windows in buildings thermal, acoustic, visual and solar performance. Pág. 1.

- Psicológicamente (como va a influir en el usuario)
- Ambientalmente (como va a proteger al usuario del ambiente).

En múltiples ocasiones estos aspectos no son considerados desde la planeación de la vivienda y esto se ve reflejado en el tratamiento inadecuado de las aperturas de ventana generando niveles altos o bajos de radiación solar en el interior, por lo tanto la ventana convencional se ha convertido en la estructura térmica más débil de un edificio.

A pesar de este inconveniente, estas circunstancias se siguen repetidamente en diversos lugares del mundo, por creer estar a la vanguardia con países desarrollados, en el diseño arquitectónico, olvidando tomar en cuenta su contexto, ocasionado con ello un déficit de confort en frecuentes viviendas, las cuales son generadoras de altos índices de consumo energético en climatización.

*Las ventanas suministran a los humanos una variedad de funciones las cuales incluye proveer en los espacios interiores de los edificios, luz, energía solar, aire y vistas de acuerdo a los deseos de los ocupantes además de protegerlos del polvo, ruido, lluvia y excesivo calor o frío<sup>8</sup>.*

*En la planeación de la habitación, la colocación de las ventanas en los diferentes locales, su forma, la calidad y la cantidad de luz que introducen en el ambiente, el tipo de seguridad y la forma de asomarse son problemas que no pueden posponerse hasta el momento de la*

*definición de lo detalles del proyecto. La calidad de la ventana es un elemento fundamental en la arquitectura de la casa.*

*Dimensión, forma, disposición, seguridad, varían en las diferentes latitudes para permitir una adecuada climatización del interior<sup>9</sup>.*

*La ventana, para el ambiente interior de la arquitectura, constituye también un medio de intercambiar calorías con el exterior, produciendo dichos intercambios en ambos sentidos<sup>10</sup>.*

*La determinación de la cantidad de calor solar transmitido por una ventana constituye una complicada operación. Exige ante todo conocer las intensidades de la radiación solar que probablemente incidan en el plano de la ventana; estas han de fijarse convenientes intervalos durante el periodo en que la ventana está expuesta a la luz solar<sup>11</sup>.*

La decisión del establecimiento de la ventana en algún lugar de la vivienda, en la ejecución previa del diseño del proyecto arquitectónico, conlleva a un tratamiento precedente para su correcto funcionamiento, por la interacción que existe entre los elementos climáticos (radiación solar, temperatura, viento).

Sin duda la ventana mantiene una jerarquía importante en el diseño y construcción de una vivienda, porque a través de ella se realizan un cúmulo de funciones, lo cual la vuelve un importante elemento

---

<sup>8</sup> Muhner T., et. Al Op. Cit. Pág. 1.

---

<sup>9</sup> Coppola Pignatelli Paola. *Análisis y diseño de los espacios que habitamos*. Pág. 129.

<sup>10</sup> Louis Izard Jean, Guyot Alain. *Op. Cit.* Pág. 90.

<sup>11</sup> Beckett H. E. and Godfrey J. A. *Ventanas función, diseño e instalación*. Pág. 35.

arquitectónico que no puede faltar en el diseño y construcción de una edificación.

### 2.1.3. GEOMETRÍA DE LA VENTANA

En la actualidad la tecnología ha permitido crear diferentes diseños de ventanas, de las que se pueden encontrar las siguientes<sup>12</sup>: (Fig. No. 6).

- Cuadrangular. De medidas sensiblemente iguales en cuanto a su ancho y altura.
- Rectangulares verticales. Más altas que anchas, casi la única solución que se daba en las construcciones antiguas y en todo caso, la forma que más predomina.
- Rectangulares apaisadas u horizontales. En las que contrariamente a la anchura es mayor que la altura.
- Excepcionalmente pueden darse otras formas, como la circular, romboidal, la hexagonal, la octagonal, trapezoidal, etc.

D.R. © Araceli Morales, México, D.F., 2010.

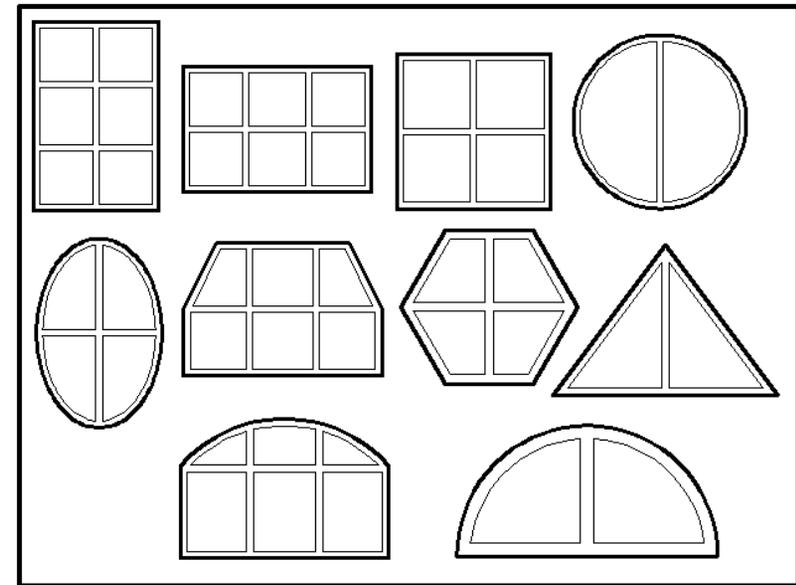


Fig. No. 6 Diseños de geometrías de Ventanas

Una extensa serie de complejas variaciones en el diseño se ha ofrecido al correr de largos años. Sin duda que las diferencias de clima, de materiales y de métodos de construcción han desempeñado un papel decisivo en las muchas variaciones del tratamiento de cada época, pero también han influido las costumbres sociales, la moda, las tendencias artísticas y las prácticas tradicionales. *Por desgracia, es imposible indicar, ni siquiera someramente, algunos de los cambios en el aspecto del diseño de ventana sufridos a través de los tiempos, ni insinuar la mayoría de los fácilmente identificables refinamientos de la solución de ventanas en su contribución a los efectos arquitectónicos*<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Ayuso Carlos. *Op. Cit.* Pág. 19.

<sup>13</sup> Beckett H. E. and Godfrey J. A. *Op. Cit.* Pág. 112.

Se considera que el diseño de la ventana se vuelve un aspecto de análisis, ya que influye en el confort interior de una edificación, debido a que mantiene una relación directa con el ambiente interior y exterior, de acuerdo a que esta característica puede ser capaz de distribuir el calor de diferente manera debido al diseño que pueden contener estos elementos arquitectónicos, conjugados con la ubicación de acuerdo a alguna orientación.

La orientación va a ocupar un lugar predominante, acorde a que suele estar vinculada con el movimiento del sol, por lo que incide de manera diferente en cada una de las orientaciones, irradiando calor en desiguales magnitudes, por lo que se supone que con la adecuada localización de la ventana, tendera a manifestar un conveniente confort térmico en la vivienda, consiguiendo provocar ambientes óptimos.

Aunado a esto, con el análisis de la ventana se pretende obtener recomendaciones de diseño y orientación que auxilien en el suministro de confort térmico para los usuarios.

#### 2.1.4. FUNCIONAMIENTO DE LA VENTANA<sup>14</sup>

Los diseños de las ventanas que tienen un tratamiento previo para llevar a cabo alguna función en específico, brindan al interior de la edificación una adecuada funcionalidad hacia la que se esté enfocando, sea, el de ventilar, adquirir ganancia solar o brindar iluminación natural, estas funcionalidades van a poder estar relacionadas para que puedan actuar durante todo el año o en algunos periodos de tiempo, es por eso

que enseguida se muestran algunas recomendaciones de cómo poder lograrlo.

**Iluminación Natural:** La cantidad de luz que penetra en el interior de un espacio arquitectónico está en función de la reflectancia de la pared y el techo, la localización de la ventana, dimensión, proporción de los espacios y tamaño así como protecciones de control solar.

**Calentamiento.** La radiación que se capta hacia el interior de la edificación se da conforme a la superficie de la ventana, así como de la radiación solar disponible del lugar. La pérdida de calor esta en función de las cualidades del aislamiento de la envolvente de la construcción y el clima.

**Enfriamiento.** El viento que se logra en el interior del espacio arquitectónico está en función de la velocidad del viento exterior, al ángulo en el cual llega el viento a la ventana, la localización y dimensión de las ventanas.

#### 2.1.5. CARACTERÍSTICAS DE LA VENTANA EN EL CONFORT TÉRMICO DE LA VIVIENDA

Al momento de usar elementos arquitectónicos, como la ventana se debe tener precaución en ciertas características para que funcionen adecuadamente, ya que a través de ella se puede adquirir un sobrecalentamiento o bajas de temperatura dentro de la vivienda.

<sup>14</sup> Brown G. Z. *Sol, Luz y Viento. Estrategias para el diseño arquitectónico.* Pág. 135

Por lo que la cantidad de energía que atraviesa una ventana va a depender de características como<sup>15</sup>:

**De su medio ambiente exterior.** Impone la duración real del sol útil de la ventana: montañas, colinas, arboles de hojas persistentes, otros inmuebles, etc., incluye a todo a lo que este expuesto la ventana en la intemperie.

**De su exposición.** Determina la duración del sol, pero también la distribución diurna y anual de la energía, y por tanto también la de la energía transmitida según el tipo de acristalamiento. Además que influye la orientación a la que este expuesta.

**Del tipo de vidriera utilizado.** Influye sobre la cantidad de energía transmitida al interior a través de la proporción de la radiación incidente reflejada y que depende del ángulo de incidencia.

Los cerramientos transparentes<sup>16</sup>, permiten la iluminación natural del espacio interior y establecen una conexión visual con el exterior, los cuales generan una serie de problemas térmicos, acústicos, económicos y constructivos que dificultan el cumplimiento de diversas funciones, además de que tienen una elevada transmisión térmica, obligando a aumentar los equipos acondicionadores en verano e invierno, incrementándose gastos de instalación y funcionamiento.

**De la arquitectura del edificio.** Comprende ciertos obstáculos (dinteles y jambas de ventanas, balcones, voladizos de cubiertas) de los que conviene conocer su impacto sobre el sol real de la ventana. Estos elementos sirven también para regular el sol a lo largo de todo el año y por ejemplo, proteger a la ventana en periodos de calor, cuando no puede ser tolerada ninguna aportación por radiación.

**De la presencia de posibles aleros, parasoles u otras protecciones.** Son dispositivos destinados a regular la penetración solar en el interior del edificio, o incluso impedirla en estación de calor. Puede ser fijo (parasol con laminas horizontales, verticales, inclinadas) o móvil (toldos, persianas, persianas venecianas, contraventana móvil).

**Del tamaño<sup>17</sup>.** Los aumentos de calor solar, pueden evaluarse y establecer con ello las consecuencias de emplear ventanas de determinado tamaño para una situación dada.

Las características descritas anteriormente se deben tomar en cuenta para conllevar a un funcionamiento apropiado del elemento arquitectónico como la ventana, pero aunado a estas características existe otra a la cual no se le da la importancia que requiere como es la geometría o diseño de ventana, solo destaca por la estética que le pueda proporcionar el arquitecto.

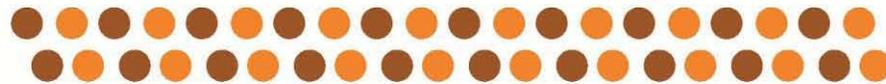
<sup>15</sup> Louis Izard Jean, Guyot Alain. *Op. Cit.* Pág. 91-92.

<sup>16</sup> Rivero Roberto. *Arquitectura y clima. Acondicionamiento térmico natural para el hemisferio Norte.* Pág. 111

<sup>17</sup> Beckett H. E. and Godfrey J. A. *Op. Cit.* Pág. 35.

# CAPITULO 3

## Metodología



### 3. METODOLOGÍA

---

El desarrollo para llegar a una definición adecuada de superficie de ventana para cada orientación, conforme a la ganancia térmica, se requiere de la implementación de diferentes métodos, de lo que se consideran las siguientes:

- Evaluación y Delimitación de las condiciones de confort Higrotérmico.
- Evaluación de la Orientación
- Análisis de la Ganancia de calor en la vivienda.

Por lo que a continuación se describe de manera general lo que se obtendrá en cada uno de los métodos a utilizar.

En el análisis de “Evaluación y delimitación de las condiciones de confort Higrotérmico (Morillón 2004), se lleva a cabo el estudio del bioclima de algún lugar determinado, con el propósito de identificar a través de un diagrama de isorrequerimientos las condiciones de sensación térmica: calor, frío y confort, para cada uno de los meses del año durante las 24 horas del día y de esta manera poder relacionar las estrategias de climatización que requiera cada lugar a estudiar con las demás metodologías, partes del estudio.

Conjunto a lo anterior se integra el Modelo para diseño y evaluación del control solar en edificios (Morillón y Mejía, 2004), con la finalidad de identificar los requerimientos necesarios para llevar a cabo el análisis solar, el cual es adaptado para evaluar la orientación y determinar

la óptima, en la que incide mayor y menor radiación solar, según requerimientos, para poder indicar la localización apropiada de la vivienda como la ubicación y dimensión de la ventana.

Para poder determinar la ventana más apropiada en cada orientación se considera cuantitativamente mediante el cálculo de la suma de ganancia de calor por conducción a través de cada uno de los componentes de la envolvente de la vivienda, de acuerdo con su orientación, materiales, techo y superficie inferior y del mismo modo el cálculo de la ganancia de calor por radiación solar a través de cada una de las partes no opacas como la ventana, verificando con ello el calor que se presenta con las diferentes ventanas y de esta manera determinar, las ganancias de calor que tienen la dimensión adecuada en cada orientación, con la finalidad de propiciar un mejor confort térmico para el usuario y racionalizar el uso de energía en climatización.

En conjunto con las tres metodologías, se relacionan para obtener la ganancia de calor por conducción y radiación que se adquiere en la vivienda, realizando el cálculo por cada una de las ventanas, para definir en los bioclimas de México si se requiere ganar o perder calor de acuerdo a los isorrequerimientos que se obtengan de la evaluación y delimitación de las condiciones de confort higrotérmico, además de precisar la orientación en la que se requiera ubicar.

Aunadamente, con el análisis de la ventana se pretende obtener como resultado final “el impacto térmico que tendrá el dimensionamiento de la ventana, en el interior de la vivienda para cada una de las

orientaciones, en los bioclimas de México, y de esta manera auxiliar en el diseño bioclimático de edificios.

### 3.1. EVALUACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONFORT HIGROTÉRMICO

En la República Mexicana existen una gran diversidad de bioclimas, de lo que Arquitectos, Ingenieros y demás profesionistas involucrados en el arte de proyectar y construir edificaciones deben de tener en cuenta para realizar proyectos arquitectónicos, que sean consientes con el medio ambiente, acordes al clima de cada lugar, debido a que cada uno de ellos presenta diferentes condiciones físicas, como consecuencia de lo diferentes factores y elementos del clima, por lo que con su conocimiento y la forma en la que influye hacia el interior de la vivienda, conllevará a una mejor decisión en el establecimiento de los diferentes espacios, elementos arquitectónicos, además de implementar las tecnologías apropiadas mediante soluciones de climatización pasiva.

#### 3.1.1. REQUERIMIENTOS PARA EL ESTUDIO DEL BIOCLIMA<sup>18</sup>

Para analizar el bioclima de un lugar determinado se necesita conocer información como datos de ubicación geográfica y meteorológica la cual se pueden obtener de las estaciones meteorológicas más cercanas al lugar de estudio.

Los datos que registran los meteorólogos no coinciden con los que el diseñador requiere, por lo que tendrá que filtrarlos en función de su práctica. Conforme a esto se necesita conocer la temperatura (máxima, media y mínima), humedad relativa, condiciones de cielo, régimen pluviométrico, fenómenos especiales (Tormentas eléctricas, heladas,

<sup>18</sup> Morillón Gálvez David. *Atlas del bioclima en México*. Pag. 17-18

granizadas, etc.), por lo que esta información que se requiere la proporciona la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través de la dirección General de Servicio Meteorológico Nacional.

#### 3.1.2. TEMPERATURA

El estudio del bioclima parte de conocer las temperaturas horarias, las cuales se van a poder determinar mediante un nomograma propuesto por M. Evans (1980), o mediante un modelo de simulación realizado por Tejeda y García (2002), en donde se requiere las temperaturas medias mensuales máxima y mínima promedio para adquirir la temperatura y humedad relativa horaria<sup>19</sup>.

##### 3.1.2.1. ISOTERMAS

Mediante los isotermas se realiza un diagnostico de las temperaturas horarias obtenidas durante el año en las 24 horas del día, de algún lugar determinado, en donde se representa con una misma línea las horas en las que se tiene semejante temperatura.

#### 3.1.3. HUMEDAD RELATIVA

La información climática base, procede también de la humedad relativa, la cual se obtiene a través del modelo de simulación realizado por Tejeda y García (2002), en donde se necesita obtener la humedad relativa horaria, la cual se obtiene de las temperaturas medias mensuales máximas y mínimas promedio.

##### 3.1.3.1. ISOHIGRAS

Al igual que con el diagnostico de las temperaturas resultando los isotermas, se hace lo mismo pero utilizando las humedades relativas

<sup>19</sup> Morillón Gálvez David. *Op. Cit.* Pag. 20-21

obteniendo los isohigras, los cuales van a ser líneas unidas, las cuales van a representar el mismo porcentajes de humedad durante todo el año en las 24 horas del día.

### 3.1.4. DELIMITACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONFORT HIGROTÉRMICO<sup>20</sup>

Para conocer la zona de confort y determinar las sensaciones térmicas se necesitan las temperaturas promedio máximas y mínimas mensuales y temperatura promedio, por lo que prosigue a calcular la posición del centro de la zona de confort (Tn), propuesta por Auliciens (1990), mediante la temperatura media ambiente (Tma).

$$T_n = 17.6 + 0.31 (T_{ma}) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

Se procede a calcular la amplitud de la zona de confort, mediante la oscilación entre la temperatura máxima y mínima promedio y conforme al resultado de la amplitud de la zona de confort se determina mediante una tabla (Tabla No. 1), por lo que a la temperatura de confort resultante se le sumara y restara la amplitud para determinar la zona de confort.

Seguido de esto se definen las condiciones de sensación térmica, mediante el procesamiento de datos de temperatura y humedad relativa horaria, utilizando herramientas como los diagramas y cartas bioclimáticas de Givoni y Olgyay.

AMPLITUD DE LA ZONA DE CONFORT VS OSCILACIÓN MEDIA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE	
Oscilación media de la temperatura del aire (°C)	Amplitud de la zona de confort ΔT (°C)
Menos de 13	2.5
13-15	3.0
16-18	3.5
19-23	4.0
24-27	4.5
28-32	5.0
33-37	5.5
38-44	6.0
45-51	6.5
Más de 51	7.0

Fuente: Morillón Gálvez David. *Atlas del bioclima en México*.

Tabla No. 1 Amplitud de la zona de confort, mediante la oscilación de temperatura máxima y mínima promedio.

Para utilizar la carta bioclimática de Olgyay, se considera la temperatura del centro de la zona de confort de cada uno de los meses del año, considerando un 50% de humedad relativa, para posteriormente localizar en la carta bioclimática la información obtenida en las tablas de temperatura y humedad relativa horaria, definiendo que los puntos que queden fuera de la zona de confort requerirán de las estrategias de climatización establecidas en dicha carta.

A partir de este proceso se tiende a analizar los datos climáticos y las condiciones de confort resultantes de la herramienta de estudio para el confort térmico, sintetizando la información obtenida por las herramientas de las cartas y diagrama bioclimático de Olgyay y Givoni, obteniendo un diagrama de isorequerimientos en el que se aprecia las condiciones de sensación higrotérmica de todo el año, referente a frío, calor y confort.

## 3.2. EVALUACIÓN DE LA ORIENTACIÓN

<sup>20</sup> Morillón Gálvez David. *Op. Cit.* Pag. 23-24

En la realización del análisis solar, se tomo como base el modelo para diseño y evaluación de control solar en edificios (Morillón y Mejía, 2004)<sup>21</sup>, del que se consideran los requerimientos necesarios para la aplicación al tema central de esta investigación.

El modelo tomado es adaptado para obtener información de la orientación que obtenga mayor o menor incidencia de sol o viceversa, de tal manera de conocer la orientación optima, para localizar adecuadamente las edificaciones conforme al lugar que se esté analizando.

Para llevar a cabo dicho estudio se requirió la información obtenida en la Evaluación y delimitación de las condiciones de confort higrotérmico concerniente a él diagrama de isorrequerimientos, solo contemplando las horas de sol. Además de otra herramienta indispensable para este estudio es la grafica solar.

Mediante la información solicitada se parte para desarrollar el estudio solar, en donde se tendrá como finalidad determinar la orientación más apropiada para la colocación de elementos arquitectónicos como la ventana, que se pueda aplicar en diferentes bioclimas de México.

A través del diagrama de Isorrequerimientos que se adquiere mediante el análisis del bioclima, considerando los datos de algún lugar específico, únicamente se van a tomar las horas de sol que hay en el día, es decir de las 6 a las 18 horas, para posteriormente contabilizar las horas

en las que se tiene frio, así como de calor y confort por cada mes del año, multiplicadas por el número de días que tiene cada mes.

Conforme al total de horas resultantes en cada mes del año así como la suma de cada uno de los meses comprendidos por semestre, se podrá determinar las horas totales de frío, en las cuales se necesitara ganancia solar (T1) y asimismo el número de horas totales en las que se presenta calor y confort, de lo que se requerirá protección solar (T2).

Obtenidas las horas totales en las que se necesita soleamiento y protección solar en cada semestre, se transfieren a una gráfica solar equidistante, sombreando las horas en la que se solicita protección solar. Teniendo la información se comienza por analizar cuantitativamente, en las diferentes orientaciones, las horas de las que requieren soleamiento (L) y de la misma manera cuantas horas en las que se requiere protección solar (K).

Posteriormente se obtiene la eficiencia por semestre, en el periodo de calor (EPC) a través de  $EPC = 1 - (K/T2)$  y la eficiencia en el periodo de frío (EPF)  $EPF = L/T1$ , para después determinar la eficiencia global (ED) de todo el año, es decir la eficiencia ponderada que se obtenga en cada una de las orientaciones, mediante la ecuación:

$$ED = (T1 / (T1 + T2)) * EPF + (T2 / (T1 + T2)) * EPC$$

Cabe destacar que la base de esta metodología es utilizada para establecer los ángulos apropiados de protección solar (alero o partesol) para cada orientación, los que van a resultar del valor máximo de la eficiencia ponderada del elemento de control solar que se esté

<sup>21</sup> Morillón Gálvez David, Mejía Dominguez David. Modelo para diseño y evaluación del control solar en edificios. Pág. 25-52.

analizando, el cual, el ángulo va a ser correspondiente al punto en el que se cruzan en una gráfica las eficiencias en los periodos de calor (EPC) y de frío (EPF), obteniéndolo de esta misma manera en las demás orientaciones.

Por lo que la adaptación de este modelo, es para adquirir la orientación optima, resaltando que para esta adecuación, para cada una de las orientaciones, no se contempla la mascarilla de algún diseño de elemento de control solar (alero o partesol), por lo que se aplicará de la siguiente manera: a través de los resultados que se obtengan en la eficiencia ponderada en cada semestre en las ocho diferentes orientaciones, proveniente de la cuantificación de las horas en las que se necesita sol y protección solar, sin considerar algún elemento de control solar, se determinará la orientación optima a través de la suma de las eficiencias ponderadas obtenidas en cada semestre en las diferentes orientaciones, con el propósito de obtener la eficiencia ponderada promedio en cada una de las orientaciones de lo cual se podrá deducir que a mayor eficiencia ponderada promedio, será la orientación que obtenga una menor ganancia de calor y la orientación con una menor eficiencia ponderada promedio será la que mayor ganancia de calor adquiera, pudiendo determinar de esta manera la apropiada.

### 3.3. GANANCIA DE CALOR POR LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA

Se presenta de manera conceptual el cálculo para llevar a cabo la evaluación de las ganancias de calor por conducción y radiación, a través de los elementos de la envolvente del edificio, con la finalidad de obtener las ganancias térmicas mediante los cambios de dimensión de ventana.

Conforme a que resulta importante conocer los impactos que pueden generar estos elementos arquitectónicos, por ser un componente fundamental en la estructura del edificio, que puede proporcionar de manera pasiva un ambiente de comodidad al interior, actuando como elemento regulador de las ganancias o pérdidas de calor por la interacción directa e indirecta que tiene con el ambiente exterior.

El análisis se basa considerando los elementos de la envolvente de un edificio, techo, muros y ventanas, tomando en cuenta las características de diseño y materiales con los que se encuentra construido, considerando alguna orientación específica y lugar de localización.

#### 3.3.1. GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN<sup>22</sup>

Es la suma de la ganancia de calor por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con la orientación, techo y superficie inferior.

En donde la ganancia de calor por conducción a través de la componente conforme alguna orientación, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\bullet \quad \dot{Q}_{pci} = (K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)) \quad \text{ec. 1}$$

Donde:

$\dot{Q}_{pci}$  = Ganancia de calor por conducción a través de la componente por conducción

<sup>22</sup> Proyecto de NOM-020-ENER-2010. Pág. 9-10

$K_j$ = Coeficiente global de transferencia de calor de cada porción  
 $A_{ij}$ = Es el área de la porción en alguna orientación  
 $t_{ei}$ = Valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación  
 $t$ = Valor de la temperatura interior del edificio residencial

### 3.3.2. GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN<sup>23</sup>

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes no opacas.

La ganancia de calor por radiación solar se lleva a cabo a través de cada una de las partes no opacas, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

- $Q_{psi} = (A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij})$  ec. 2

Donde:

$Q_{psi}$ = Ganancia de calor por radiación a través de las porciones no opacas de la envolvente

$A_{ij}$ = Área de la porción transparente en alguna orientación

$CS_j$ = Es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante

$FG_i$ = Ganancia de calor solar por orientación

$SE_{ij}$ = factor de corrección de sombreado exterior para cada porción transparente

Posteriormente después de haber obtenido lo anterior se procede a realizar el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del

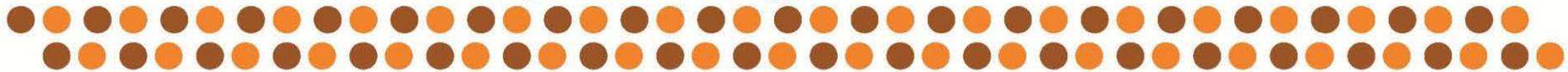
edificio, lo cual va a ser la suma de la ganancia de calor por conducción más la ganancia de calor por radiación.

Con las metodologías descritas se aplicaran a un caso de estudio, en capítulos posteriores, considerando una ciudad característica de algún bioclima de México para identificar la aplicación de cada una de estas, destacando que para las ganancias de calor por conducción y radiación en la vivienda se llevarán a cabo para cada unos de los bioclimas de México, con la objeto de conocer el comportamiento térmico de la vivienda intercambiando diferentes ventanas contempladas en este análisis.

<sup>23</sup> Ibid. Pág 10-11

# CAPITULO 4

## Impacto de la ventana en el comportamiento térmico de la vivienda, caso de estudio: Chilpancingo, Guerrero



## 4. IMPACTO DE LA VENTANA EN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA, CASO DE ESTUDIO: CHILPANCINGO, GUERRERO

---

En este apartado se realiza un estudio de caso, con cada una de las etapas de la metodología propuesta para ejemplificar el proceso con el cual se puede seleccionar la ventana idónea para un proyecto de vivienda determinado. Se tomo un caso de estudio específico, la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

### 4.1. DIMENSIONES Y GEOMETRÍAS DE VENTANAS

Mediante la realización de un levantamiento físico en diferentes viviendas de interés social, se ha encontrado que en el diseño y construcción, se aplican diferentes dimensiones y geometrías de ventana, por lo que a continuación se describirán cada una de las ventanas encontradas en dicho levantamiento así como su localización conforme a el espacio arquitectónico en el que se encuentran, las medidas que tienen y la geometría que contemplan. En seguida se describirá las ventanas que fueron localizadas en diversas viviendas de interés social.

#### 4.1.1. DIMENSIONES Y GEOMETRÍAS DE VENTANAS USADAS EN LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

Se localiza una ventana ubicada en salas y recamaras la cual tiene dimensiones de 1.20m de alto por 1.20m de ancho, en donde la geometría resultante de esta ventana es cuadrada. (Fotografía No. 2).

Una ventana localizada en fachada principal, en el espacio de la sala con medidas de 1.20m de alto por 0.60m de ancho, con geometría rectangular vertical. (Fotografía No. 3).

También se encontró otra ventana la cual se ubica en el espacio del baño, con dimensiones de 0.40m de alto por 0.60m de ancho, teniendo una geometría rectangular horizontal. (Fotografía No. 4).

En la parte de la cocina y recamaras fue localizada otra ventana con medidas de 1.20m de alto por 1.0m de ancho, reflejando una geometría de ventana rectangular vertical. (Fotografía No. 5).



Fotografía No. 2 Ventana cuadrada (1.20 x 1.20m)



Fotografía No. 4 Ventana Rectangular Horizontal (0.40 x 0.60m)



Fotografía No. 3 Ventana Rectangular Vertical (1.20 x 0.60m)



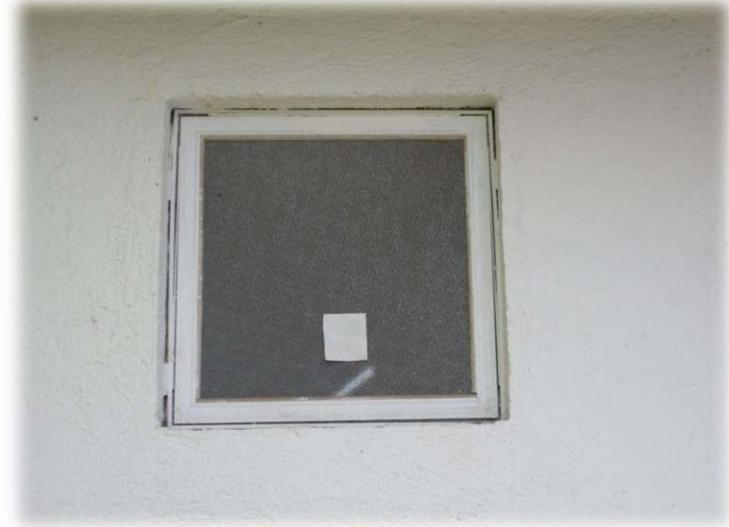
Fotografía No. 5 Ventana rectangular vertical, (1.20 x 1.10)

Otras de las ventanas que se localizo en el levantamiento, en un baño con medidas de 0.50m por 0.50m, con geometría de ventana cuadrada. (Fotografía No. 6).

Se encontró formando parte de una fachada principal en el espacio de la sala una ventana con dimensiones de 2.15m de alto por 1.20m de ancho, teniendo una geometría de ventana rectangular vertical. (Fotografía no 7).

Se ubico en el espacio de una sala, una ventana con tamaño de 1.20m de alto por 1.50m de ancho, teniendo una geometría de ventana rectangular horizontal. (Fotografía No. 8).

Se realizo el levantamiento de una ventana ubicada en la parte de una sala con dimensiones de 1.30m de alto por 1.30m de ancho, adquiriendo una geometría de ventana cuadrada. (Fotografía No. 9).



Fotografía No. 6 Ventana cuadrada (0.50 x 0.50m)



Fotografía No. 7 Ventana Rectangular Vertical (2.15 x 1.20m)



Fotografía No. 8 Ventana rectangular Horizontal (1.20 x 1.50m)



Fotografía No. 9 Ventana Cuadrada (1.30 x 1.30m).

Se presenta una geometría rectangular horizontal la cual se encuentra situada en recamaras, sala, y cocina en donde tiene dimensiones de 1.10m de alto por 1.20m de ancho. (Fotografía No. 10).

Se localizo en el espacio arquitectónico del baño una geometría de ventana rectangular horizontal con medidas de 0.60m del ancho por 0.50m de alto. (Fotografía No. 11).

Otro tipo de geometría encontrada y la cual es localizada en la sala con medidas de 1.50m de ancho por 1.80m de alto, generando una ventana rectangular vertical. (Fotografía No. 12).

También se localizo una geometría rectangular vertical, situada en recamaras, con un tamaño de 0.40m de ancho por 1.20m de alto. (Fotografía No. 13).



Fotografía No. 10 Ventana Rectangular Horizontal (1.10 x 1.20m)



Fotografía No. 11 Ventana Rectangular Horizontal (0.60 x 0.50m)



Fotografía No. 12 Ventana rectangular Vertical (1.50 x 1.80m).



Fotografía No. 13 Ventana Rectangular Vertical (0.40 x 1.20m)

Las ventanas más usadas son las de geometría rectangular y cuadrada, encontradas en diferentes tamaños como se han venido presentando en este apartado, de lo cual cabe destacar que el levantamiento físico de geometrías y dimensión de ventanas anterior son utilizadas frecuentemente en viviendas de interés social, para lo cual cabe destacar que es importante tener en cuenta cual es la geometría más viable que se debe implementar de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar, considerando las ganancias térmicas que puede implicar cada una de las geometrías encontradas.

#### **4.1.2. DIMENSIONES Y GEOMETRÍAS DE VENTANAS NO CONVENCIONALES**

Sin embargo, en diversas construcciones., se ha podido observar geometrías poco convencionales ubicadas en viviendas, las cuales se han

llevado a cabo por el gusto del propietario o del mismo proyectista, por lo que resulta interesante conocer cómo funciona térmicamente cada una de estas geometrías si se ven implementadas en viviendas de interés social. Por lo que en seguida se presentan algunas de las geometrías que posteriormente serán analizadas.

Se encontró una geometría de ventana circular, en donde esta es utilizada en diversas dimensiones, de las que se localizo con un diámetro de 0.70m, 1.0m y de 1.50m, ubicadas en salas y recamaras. (Fotografía No. 14, 15, 16).

También se noto en el levantamiento que existe una combinación de geometrías, lo que se puede ver a continuación, en donde se localizo una ventana conocida con el nombre de “ojo de buey” con dimensiones de 0.50m de alto por 0.50m de ancho, la cual conjunta geometrías cuadradas y circulares y es utilizada en baños, pasillos, vestíbulos principalmente. Modelos de este tipo de ventanas son fabricadas en material de cantera o yeso. (Fotografía No. 17).

Aunado a lo anterior se llegan a realizar este tipo de ventana de “ojo de buey” en obra considerando un tamaño mayor al que se puede encontrar en las diferentes casas de materiales, en donde se encontró una ventana con estas características con medidas de 1.05m de alto por 1.05m de ancho. (Fotografía No. 18).



Fotografía No. 14 Ventana circular (0.70m de diámetro)



Fotografía No. 15 Ventana circular (1.0m de diámetro)



Fotografía No. 16 Ventana circular (1.50m de diámetro)



Fotografía No. 18 Ventana Ojo de buey (1.05 x 1.05m)



Fotografía No. 17 Ventana denominada "Ojo de buey" (0.50 x 0.50m).

Otro tipo de combinación de geometría de ventanas localizadas es donde utilizan la geometría cuadrada o rectangular vertical con la semicircular, en donde esta segunda geometría es adherida en la parte superior, en donde este tipo de geometría es utilizada en diferentes dimensiones, dentro de las cuales se localizaron con medidas de 0.40m de ancho por 0.90m de alto, 0.50m de ancho por 1.50m de alto, 0.50m de ancho por 2.0m de alto. (Fotografía No. 19, 20, 21).

Considerando las geometrías anteriores adicionando la misma geometría semicircular en la parte posterior de la ventana da como resultado otro ejemplo de geometría de ventana, encontrándola en diferentes dimensiones, de 0.40m de ancho por 1.0m de alto, 0.25m de ancho por 0.60m de alto. (Fotografía No. 22 y 23)

Una distinta forma de diseñar y construir una ventana es a través de una geometría hexagonal, por lo que se localizo este tipo de geometría en el espacio arquitectónico de un baño, con un tamaño de 0.30m por lado. (Fotografía No. 24).

Un diseño de geometría de ventana que también es implementado en las construcciones de las viviendas es la semicircular, la cual es situada en espacios de la estancia, para lo que en este levantamiento físico se localizo una geometría de este tipo con medidas de 1.50m de diámetro. (Fotografía No. 25).

Otra geometría de ventana encontrada en la vivienda es la triangular, con dimensiones de 0.60m de base por 0.50m de altura. (Fotografía No. 26).

En los proyectos de las edificaciones para darle movimiento a la fachada juegan con las diferentes geometrías de la misma construcción como de las ventanas, por que llegan a ser muy diversas las combinaciones de geometrías, utilizando desde un circulo, cuadrado rectángulo vertical, entre otras. (Fotografía No. 27).



Fotografía No. 19 Ventana con geometría rectangular vertical y semicircular (0.50 x 1.50m).



Fotografía No. 20 Ventana con geometrías combinadas, (0.50 x 2.0m).



Fotografía No. 21 Ventana con geometría combinada, (0.40 x 0.90m).



Fotografía No. 23 Ventana con geometría rectangular vertical y semicircular en ambos extremos.



Fotografía No. 22 Ventana con combinación de dos geometrías



Fotografía No. 24 Ventana hexagonal (0.30m de lado).



Fotografía No. 25 Ventana semicircular (1.50 de diametro).



Fotografía No. 26 Ventana triangular (0.60m de base y 0.50m de alto)



Fotografía No. 27 Ventana con la combinación de diferentes geometrías

#### 4.2. CHILPANCINGO, GRO.

Se localiza geográficamente a una latitud de  $17^{\circ}32'42''$  N, con una longitud de  $99^{\circ}29'48''$  W y con una altura de 1250 M.S.N.M, conociendo los datos de temperatura y humedad relativa mediante las normales climatológicas (Tabla No. 2), proporcionada por la Comisión Nacional del Agua y aplicando el modelo de Tejeda y García se obtuvieron las temperaturas y humedades relativas horarias.

##### 4.2.1. TEMPERATURA<sup>24</sup>

En donde se tiene una temperatura máxima anual de  $28.7^{\circ}\text{C}$ , una temperatura mínima anual de  $15.7^{\circ}\text{C}$  y una temperatura media anual de  $22.2^{\circ}\text{C}$ , en donde la temperatura máxima se presenta en el mes de Abril

<sup>24</sup>Morillón Gálvez David. Atlas del bioclima en México. Pag. 20-21

con 23.4°C y la temperatura mínima en el mes de Enero con 20.2°C. Además de que la temperatura máxima en la época de primavera se presenta en el mes de Abril con 31.1°C a las 13:00 horas y la temperatura mínima en el mes de Marzo con 14.9°C a las 6 y 7 horas, en la época de verano la temperatura máxima es de 28.2°C en el mes de Junio entre las 12 y 13 horas y la mínima de 17.5°C en el mes de Julio y Agosto a las 6 horas, en otoño la temperatura máxima con 28.3°C se manifiesta en Noviembre a las 13 y 14 horas y la temperatura mínima con 15.6°C en el mismo mes a las 7 horas y en la temporada de invierno se tiene una temperatura máxima de 28.8°C a las 13 horas en el mes Febrero y una mínima de 12.9°C a las 7 horas en el mes de Enero. Obteniendo que la oscilación entre la temperatura máxima anual es de 31.1°C y mínima de 12.9°C (Tabla No. 3).

#### **4.2.1.1. ISOTERMAS**

Para la ciudad de Chilpancingo se aprecia que en los meses de Marzo, Abril y Mayo se presentan las temperaturas más altas alrededor de los 30°C entre las 12 y 14 horas y en los meses de Noviembre – Febrero se presentan temperaturas mínimas de aproximadamente 15°C entre la 1 y 8 horas (Gráfica No. 3).

**INFORMACIÓN PARA EL ESTUDIO DEL BIOCLIMA. CASO DE ESTUDIO: CIUDAD DE CHILPANCINGO, GUERRERO**

NORMALES CLIMATOLOGICAS													
Localidad	Chilpancingo de los Bravo	Latitud	17.545	Longitud	99.496	Altitud (m)	1250						
Elementos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>TEMPERATURA (°C)</b>													
Temp. Máxima	27.8	28.9	30.1	31.1	30.7	28.3	27.9	27.9	27.4	28.2	28.4	27.7	28.7
Temp. Media	20.2	21.1	22	23.4	24	23.2	22.6	22.7	22.4	22.5	21.8	20.5	22.2
Temp. Mínima	12.6	13.4	13.9	15.6	17.3	18.0	17.4	17.5	17.4	16.8	15.3	13.4	15.7
<b>HUMEDAD REALTIVA MEDIA (%)</b>													
H. R. Máxima	83	84	83	86	91	96	96	96	97	94	90	85	90.083
H.R. Media	60	61	60	63	69	76	76	76	77	73	68	63	68.5
H.R. Mínima	38	38	37	40	46	56	55	55	57	52	45	41	46.667
<b>PRECIPITACIÓN mm</b>													
Normal	2.7	2.5	2.3	15.8	71	198.6	172.9	154.7	176.8	83.3	6.9	2.7	890.2
Máxima Mensual	11	27.4	10.6	85.4	132.1	364	280	210.1	398.8	360.4	31.2	13.6	160.38
<b>FENOMENOS ESPECIALES (días por mes)</b>													
Niebla	2.2	1.8	1.9	1.1	0.9	4.1	4.3	5.3	7.2	5	1.5	1.9	37.2
Granizo	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0.5
Tormenta Eléctrica	0.1	0	0	0	1	1.6	2.6	2.3	1.7	0.6	0.3	0	10.2

Tabla No. 2 Normales Climatológicas de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Servicio Meteorológico Nacional. *Normales climatológicas, periodo 1971 - 2000*

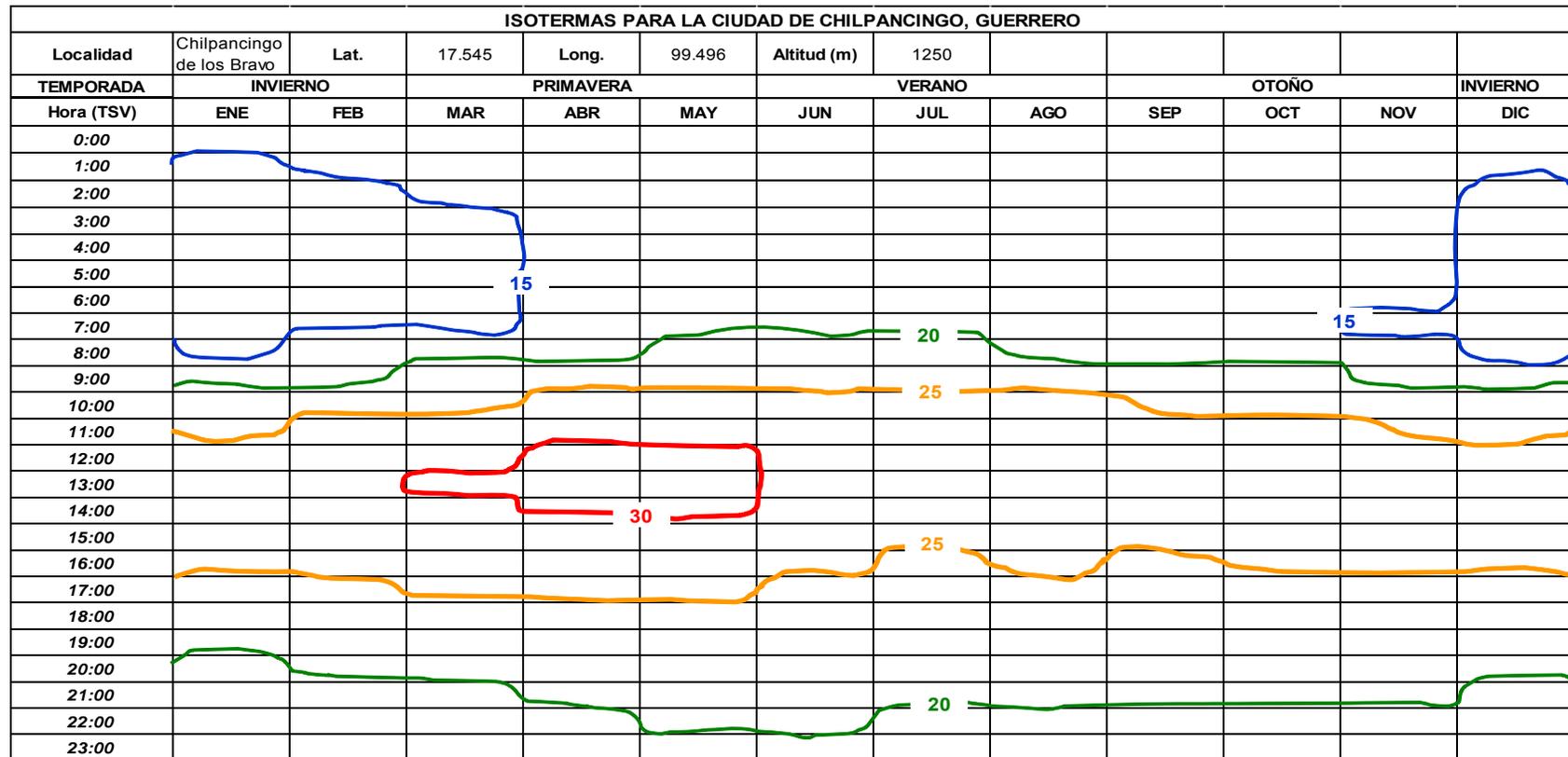
**TEMPERATURAS HORARIAS PARA EL ESTUDIO DEL BIOCLIMA. CASO DE ESTUDIO LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GUERRERO<sup>26</sup>**

ESTIMACION DE TEMPERATURAS HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS												
Localidad	Chilpancingo de los Bravo	Lat.	17.545	Long.	99.496	Altitud (m)	1250					
ESTACIONES	INVIERNO		PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO
HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0:00	16.5	17.3	17.8	19.1	20.2	20.2	19.6	19.8	19.7	19.6	18.7	17.1
1:00	15.8	16.6	17.0	18.4	19.7	19.8	19.2	19.4	19.3	19.1	18.0	16.5
2:00	15.2	15.9	16.4	17.9	19.2	19.4	18.9	19.0	18.9	18.6	17.5	15.9
3:00	14.7	15.4	15.9	17.4	18.8	19.1	18.6	18.7	18.6	18.3	17.1	15.4
4:00	14.3	15.0	15.5	17.1	18.5	18.9	18.3	18.5	18.4	18.0	16.7	15.0
5:00	13.9	14.7	15.2	16.8	18.3	18.7	18.1	18.3	18.2	17.7	16.4	14.7
6:00	13.7	14.4	14.9	15.6	17.4	18.2	17.5	17.5	17.4	17.5	16.2	14.4
7:00	12.9	13.9	14.9	17.1	19.1	19.6	19.0	18.7	18.2	17.3	15.6	13.6
8:00	15.0	16.5	17.9	20.4	22.1	22.0	21.3	20.9	20.1	19.3	17.5	15.5
9:00	18.5	20.1	21.7	24.0	25.2	24.3	23.7	23.4	22.5	21.9	20.5	18.7
10:00	22.0	23.5	25.2	27.2	27.8	26.3	25.7	25.4	24.6	24.4	23.5	22.0
11:00	24.8	26.3	27.9	29.4	29.6	27.5	27.1	26.9	26.2	26.4	25.9	24.8
12:00	26.7	28.0	29.4	30.7	30.5	28.2	27.8	27.7	27.1	27.6	27.5	26.6
13:00	27.6	28.8	30.0	31.1	30.6	28.2	27.8	27.9	27.4	28.1	28.3	27.5
14:00	27.7	28.7	29.8	30.7	30.2	27.9	27.5	27.6	27.2	28.1	28.3	27.6
15:00	27.2	28.1	29.0	29.8	29.4	27.2	26.8	27.0	26.7	27.5	27.8	27.1
16:00	26.2	27.0	27.8	28.6	28.3	26.3	25.9	26.1	25.9	26.7	26.9	26.2
17:00	24.9	25.7	26.4	27.2	27.1	25.4	25.0	25.2	25.0	25.8	25.8	25.0
18:00	23.5	24.3	24.9	25.8	25.8	24.5	24.0	24.2	24.1	24.7	24.7	23.7
19:00	22.1	22.8	23.4	24.4	24.6	23.5	23.1	23.3	23.2	23.7	23.4	22.4
20:00	20.8	21.5	22.0	23.1	23.5	22.7	22.2	22.4	22.3	22.7	22.3	21.1
21:00	19.5	20.2	20.8	21.9	22.5	21.9	21.4	21.6	21.6	21.8	21.2	20.0
22:00	18.4	19.1	19.6	20.8	21.6	21.3	20.7	20.9	20.9	20.9	20.2	18.9
23:00	17.4	18.1	18.6	19.9	20.9	20.7	20.2	20.3	20.3	20.2	19.4	18.0

Tabla No. 3 Temperaturas Horarias para la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

<sup>26</sup> Morillón Gálvez David. Atlas del bioclima en México. Pag. 20-21

**ISOTERMAS PARA EL ESTUDIO DEL BIOCLIMA. CASO DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GUERRERO**



Gráfica No. 3 Diagnostico de Temperaturas horarias, mediante Isotermas para la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

**4.2.2. HUMEDAD RELATIVA<sup>27</sup>**

En el lugar de análisis se tiene una humedad relativa media anual de 68.5%, la humedad relativa máxima de 90.08% y una humedad relativa mínima de 46.6%, en donde el mayor porcentaje de humedad relativa que se presenta en la temporada de primavera es de 91% en Mayo y la

humedad relativa mínima es de 37% en el mes de Marzo, en la temporada de Verano la humedad relativa máxima es de 96% durante toda la temporada y la mínima es de 55°C en Julio, en otoño la humedad relativa máxima es de 97% en Septiembre y la mínima de 46% en Noviembre y en la temporada de invierno la humedad relativa máxima es de 82% en los meses de Enero y Febrero y la mínima de 38% en los mismos meses (Tabla No. 4).

<sup>27</sup> Morillón Gálvez David. Atlas del bioclima en México. Pág. 20-21

**HUMEDAD RELATIVA HORARIA PARA EL ESTUDIO DEL BIOCLIMA. CASO DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GUERRERO<sup>28</sup>**

ESTIMACION DE HUMEDAD RELATIVA HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS												
Localidad	Chilpancingo de los Bravo	Lat.	17.545	Long.	99.496	Altitud (m)	1250					
ESTACIONES	INVIERNO		PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO
HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0:00	71	72	72	75	82	88	87	87	87	83	78	74
1:00	73	74	74	77	84	89	89	89	89	85	80	76
2:00	75	76	75	79	85	91	91	90	90	87	82	78
3:00	77	78	77	80	86	92	92	91	92	88	84	79
4:00	78	79	78	81	87	93	93	92	93	89	85	80
5:00	79	80	79	82	88	94	93	93	93	90	86	81
6:00	80	81	80	86	91	96	96	96	97	91	87	82
7:00	82	82	80	81	85	90	90	91	94	92	89	85
8:00	76	75	71	72	75	81	81	83	86	85	82	79
9:00	66	64	61	61	65	72	71	73	76	75	72	69
10:00	55	54	51	51	56	64	64	65	68	66	62	58
11:00	47	46	43	45	50	59	58	59	62	58	54	50
12:00	41	41	39	41	47	57	56	56	58	54	48	44
13:00	39	38	37	40	47	56	55	56	57	52	46	41
14:00	38	38	38	41	48	58	57	57	57	52	46	41
15:00	40	40	40	44	51	61	59	59	60	54	47	43
16:00	43	44	43	47	55	64	63	62	63	57	50	45
17:00	47	47	47	51	59	67	66	66	66	61	54	49
18:00	51	52	51	56	63	71	70	70	70	65	58	53
19:00	55	56	56	60	67	75	74	73	73	68	62	57
20:00	59	60	60	64	71	78	77	77	77	72	66	61
21:00	62	63	63	67	74	81	80	80	80	75	70	65
22:00	66	67	66	70	77	84	83	83	83	79	73	68
23:00	69	70	69	73	79	86	85	85	85	81	76	71

Tabla No. 4 Humedades relativas horarias, para la ciudad de Chilpancingo, Guerrero

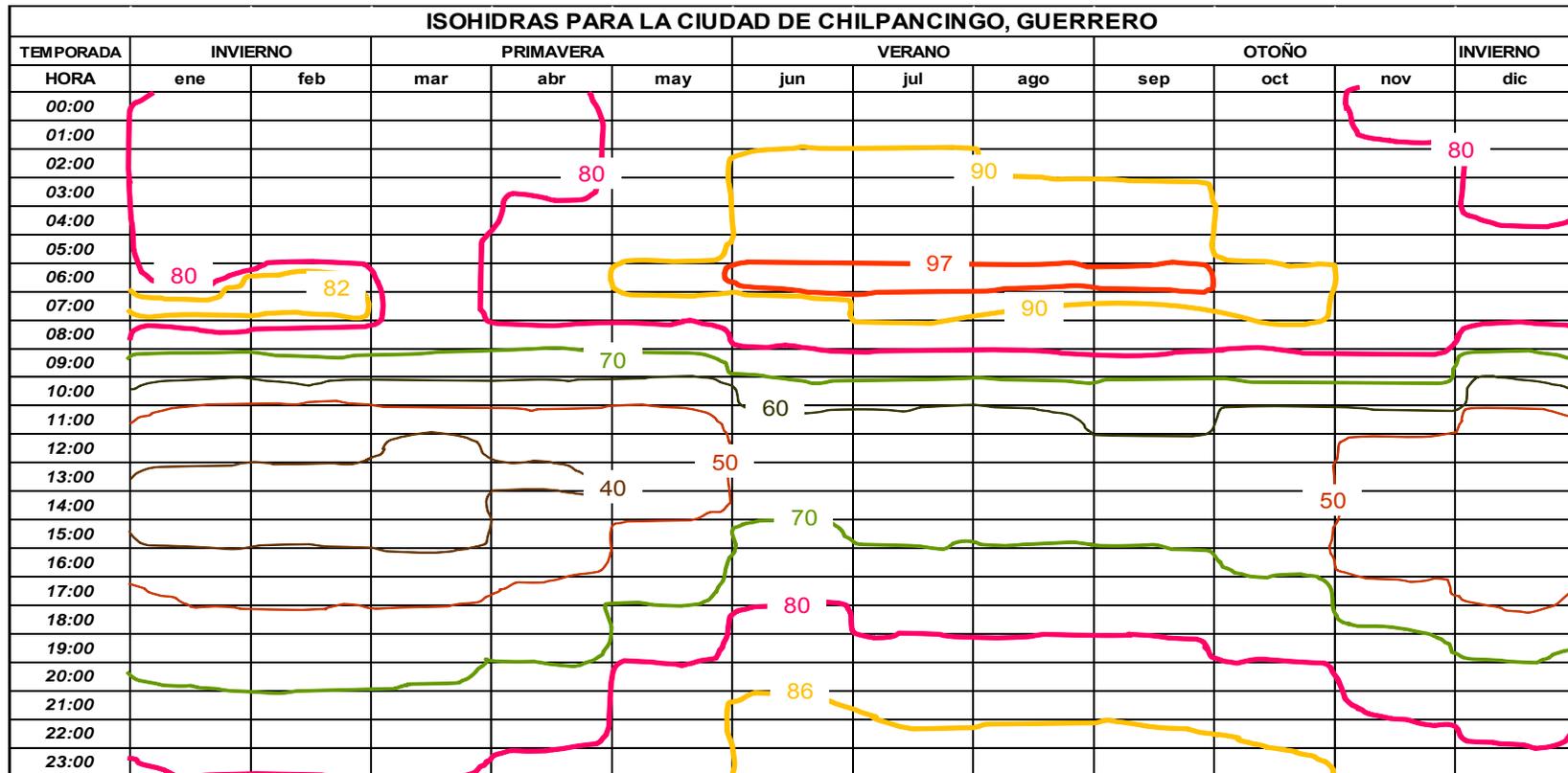
<sup>28</sup> Morillón Gálvez David. Atlas del bioclima en México. Pag. 20-21

#### 4.2.2.1. ISOHIGRAS

En la ciudad de Chilpancingo, se aprecia que la humedad relativa máxima esta alrededor del 90% se manifiesta en los meses de Mayo – Octubre entre las 2 – 7 horas y la humedad relativa mínima se

presenta entre las 12 y 15 horas en los meses de Enero – Abril con un 40%. (Gráfica No. 4)

#### ISOHIGRAS PARA EL ESTUDIO DEL BIOCLIMA. CASO DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GUERRERO



Gráfica No. 4 Diagnostico de Humedades Relativas horarias, mediante Isohidras para la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

### 4.3. EVALUACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONFORT HIGROTÉRMICO

Se procede a obtener el *centro de la zona de confort*<sup>29</sup> para el caso de estudio: la ciudad de Chilpancingo, Gro., conforme a lo descrito en el capítulo de metodología realizándolo respectivamente por para cada mes de la ciudad seleccionada.

Para la ciudad seleccionada se tomo en cuenta una amplitud de 2.5°C, en los diferentes meses del año, por lo que la temperatura de confort resultante se le sumará y restará la amplitud para determinar la zona de confort. (Tabla No. 5).

CENTRO DE LA ZONA DE CONFORT Temperatura Neutral				
Tn= 17.6 + 0.31(Tma)				
Tma= Temperatura media anual				
Mes	Tma	Tn	Zona de confort	
			Tn + 2.5°C	Tn - 2.5°C
ENE	20.2	<b>23.862</b>	26.3	21.3
FEB	21.2	<b>24.141</b>	26.6	21.6
MAR	22.0	<b>24.42</b>	26.9	21.9
ABR	23.4	<b>24.854</b>	27.3	22.3
MAY	24.0	<b>25.04</b>	28	22.5
JUN	23.2	<b>24.792</b>	27.2	22.2
JUL	22.7	<b>24.606</b>	27.1	22.1
AGO	22.7	<b>24.637</b>	27.1	22.1
SEPT	22.4	<b>24.544</b>	27	22
OCT	22.5	<b>24.575</b>	27	22
NOV	21.9	<b>24.358</b>	26.8	21.8
DIC	20.6	<b>23.955</b>	26.4	21.4

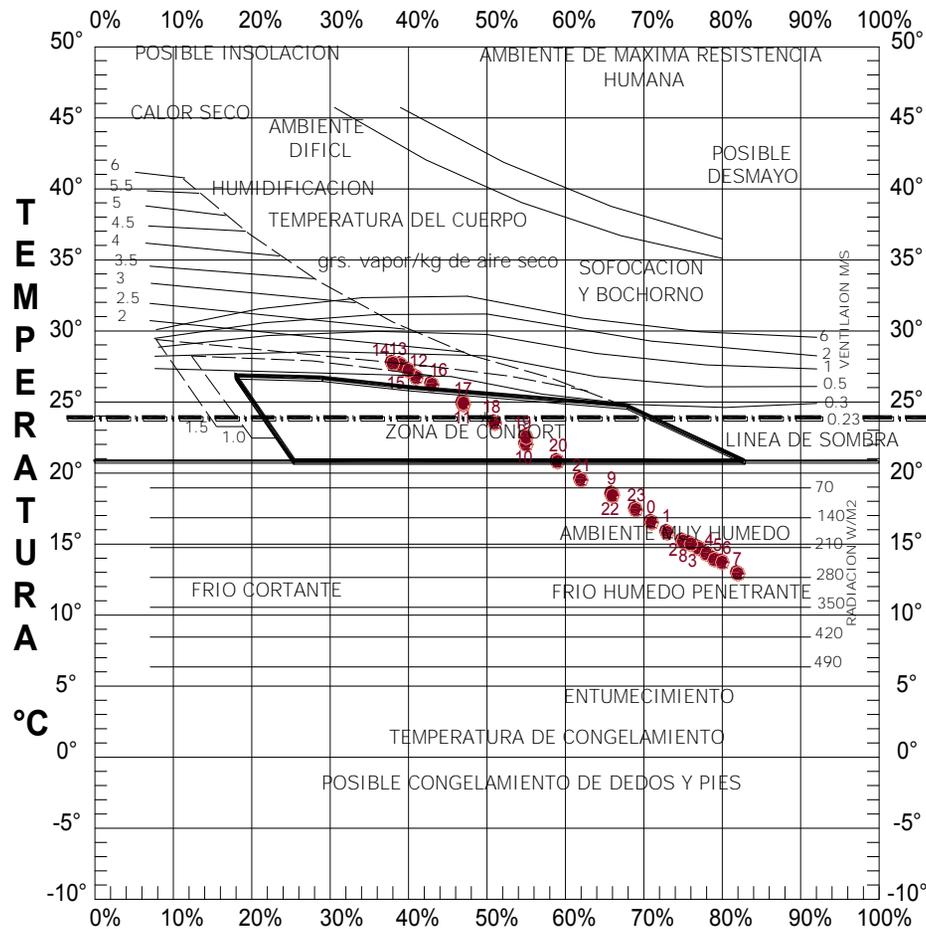
Tabla No. 5 Cálculo de la temperatura de confort y la zona de confort para cada uno de los meses del año.

Seguido de esto de definen las condiciones se sensación térmica, mediante el procesamiento de datos de temperatura y humedad relativa horaria, utilizando herramientas como los diagramas y cartas bioclimáticas de Givoni y Olgay (Fig. 7 – 10).

Para utilizar la carta bioclimática de Olgay, se considera la temperatura del centro de la zona de confort obtenida en cada uno de los meses del año, considerando un 50% de humedad relativa, para posteriormente localizar en la carta bioclimática la información obtenida en las tablas de temperatura y humedad relativa horaria, definiendo que los puntos que queden fuera de la zona de confort requerirán de las estrategias de climatización establecidas en dicha carta.

<sup>29</sup> Morillón Gálvez David. *Op. Cit.* Pag. 23-24

### HÚMEDAD RELATIVA

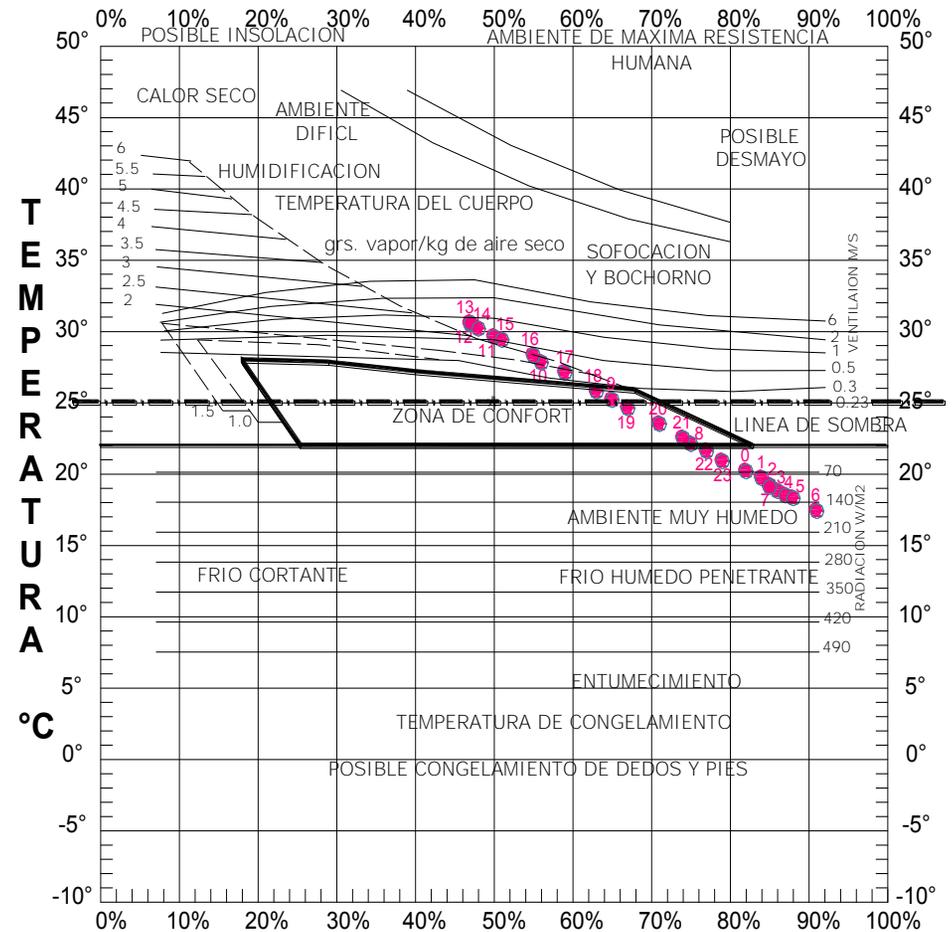


Carta de confort bioclimática en edificaciones de Olgay, modificada por Szokolay, adaptado para las condiciones climáticas de Chilpancingo Guerrero.

## ENERO

Fig. No. 7 Diagrama Bioclimático de Olgay, modificado por Szocloyay, adaptado para las condiciones climáticas de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, para el mes de Enero.

### HÚMEDAD RELATIVA



Carta de confort bioclimática en edificaciones de Olgay, modificada por Szokolay, adaptado para las condiciones climáticas de Chilpancingo Guerrero.

## MAYO

Fig. No. 8 Diagrama Bioclimático de Olgay, modificado por Szocloyay, adaptado para las condiciones climáticas de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, para el mes de Mayo.

De lo que se puede observar en la carta bioclimática de Olgay (Fig No. 7) para el mes de Enero las horas que se encuentran en la zona de confort son de las 10 – 11 horas y de las 17 – 20 horas y en las horas de las 0 – 9 horas se encuentran por debajo de la zona de confort presentándose frío y de las 12 – 16 horas se localizan calor.

Para el mes de Mayo (Fig. No. 8) se puede apreciar que las horas en las que se localizan en la zona de confort son de 8 – 9 horas y de 18 – 21 horas, teniendo que las horas que se ubican por debajo de la zona de confort son 0 – 7 horas y 22 – 23 horas y por arriba de la zona de confort manifestando calor son 10 – 17 horas.

Con respecto al diagrama bioclimático de Givoni, en el mes de Enero (Fig. No. 9) se tiene que de las 9 – 11 y 18 – 22 horas se presenta confort, teniendo que de las 0 – 9 y 20 - 23 horas se presenta frío y de las 12 – 16 horas calor.

Referente al mes de Mayo en el diagrama bioclimático de Givoni (Fig. No. 10) se tiene que de las 9 – 10 y 17 - 20 horas se presenta confort, de las 0 –8 y 21 - 23 horas frío y de las 11 – 16 horas calor.

A partir de este proceso se tiende a analizar los datos climáticos y las condiciones de confort resultantes de las herramientas de estudio para el confort térmico, sintetizando la información obtenida en las cartas y diagramas bioclimáticos de Olgay y Givoni, obteniendo un diagrama de isorrequerimientos en el que se aprecia las condiciones de sensación higrotérmica de todo el año, referente a frío, calor y confort. (Fig. No. 11).

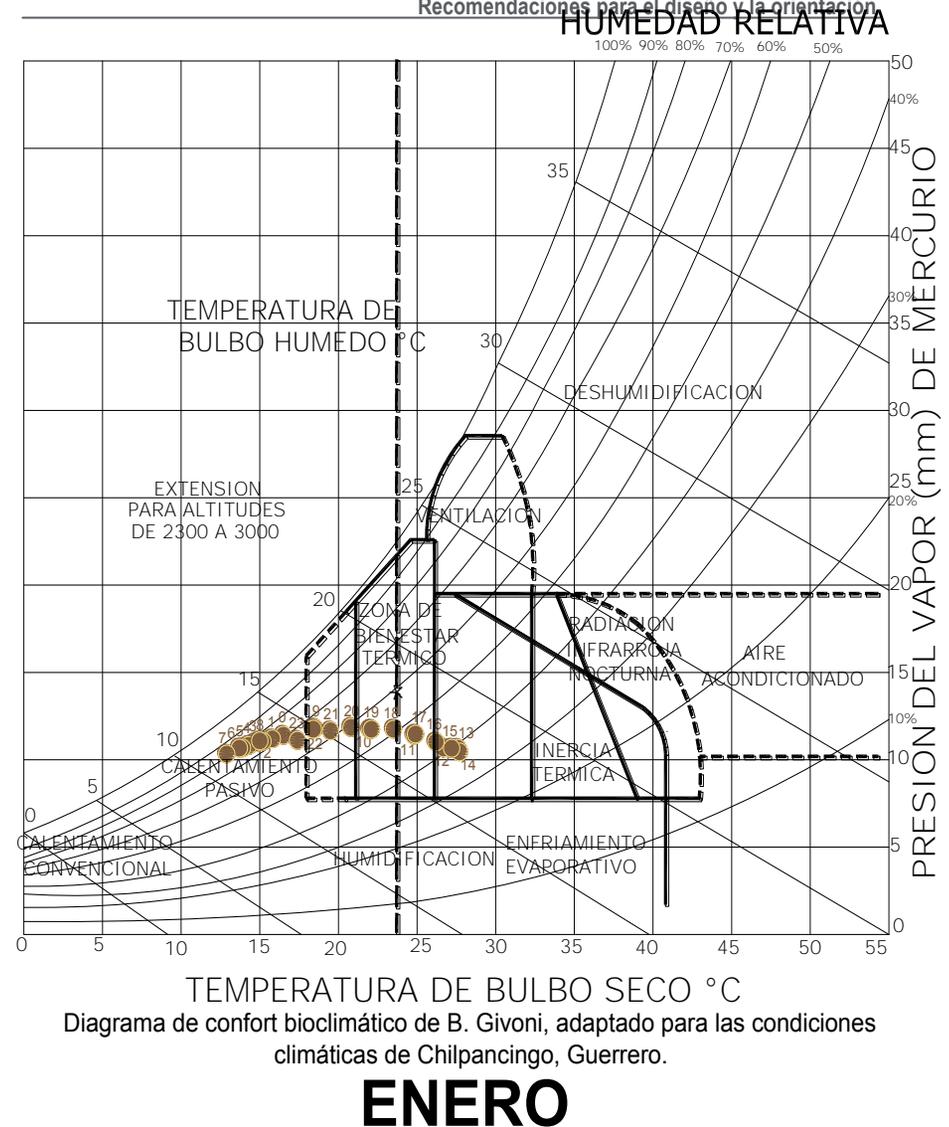


Fig. No. 9 Diagrama Psicrométrico de Givoni, adaptado para las condiciones de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, en el mes de Enero.

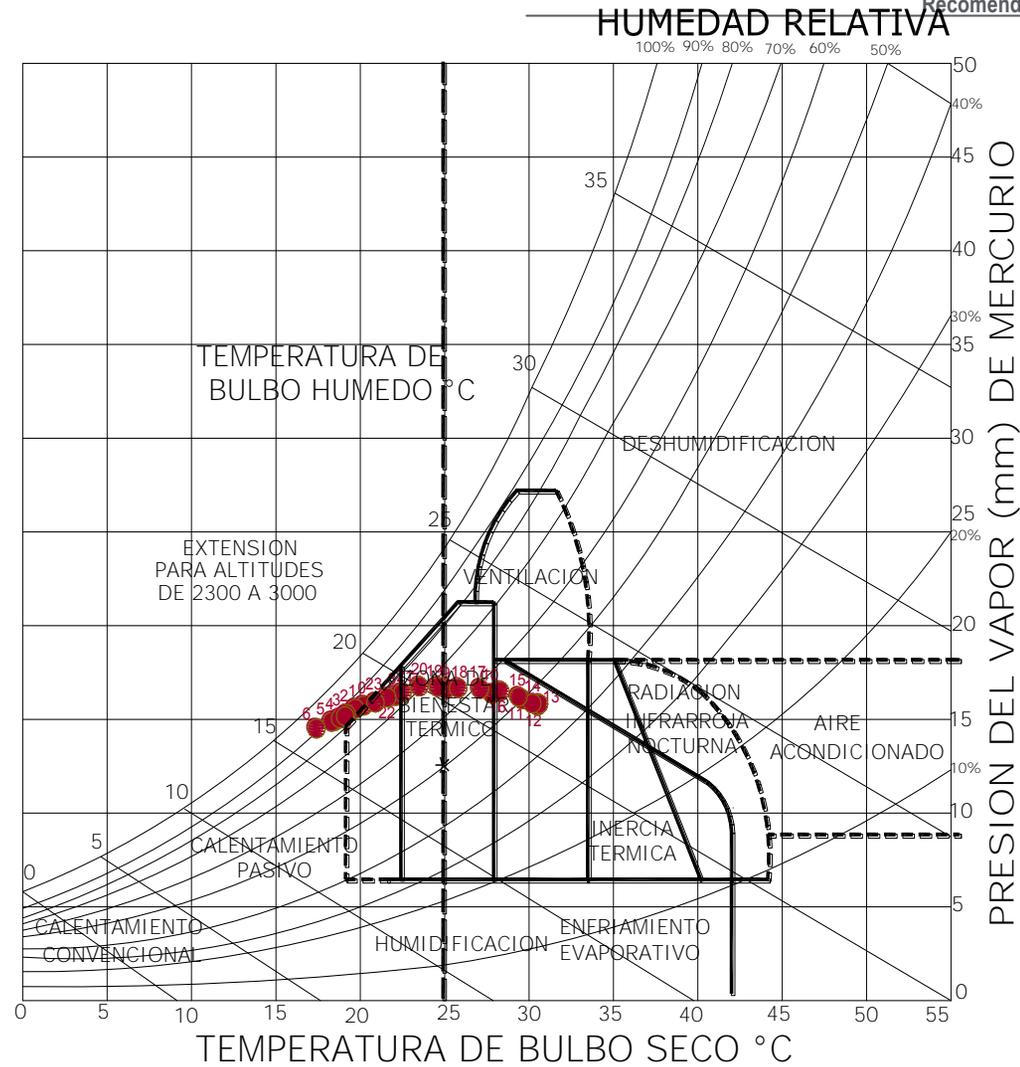


Diagrama de confort bioclimático de B. Givoni, adaptado para las condiciones climáticas de Chilpancingo, Guerrero.

# MAYO

Fig. No. 10 Diagrama Psicométrico de Givoni, adaptado para las condiciones de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, en el mes de Mayo.

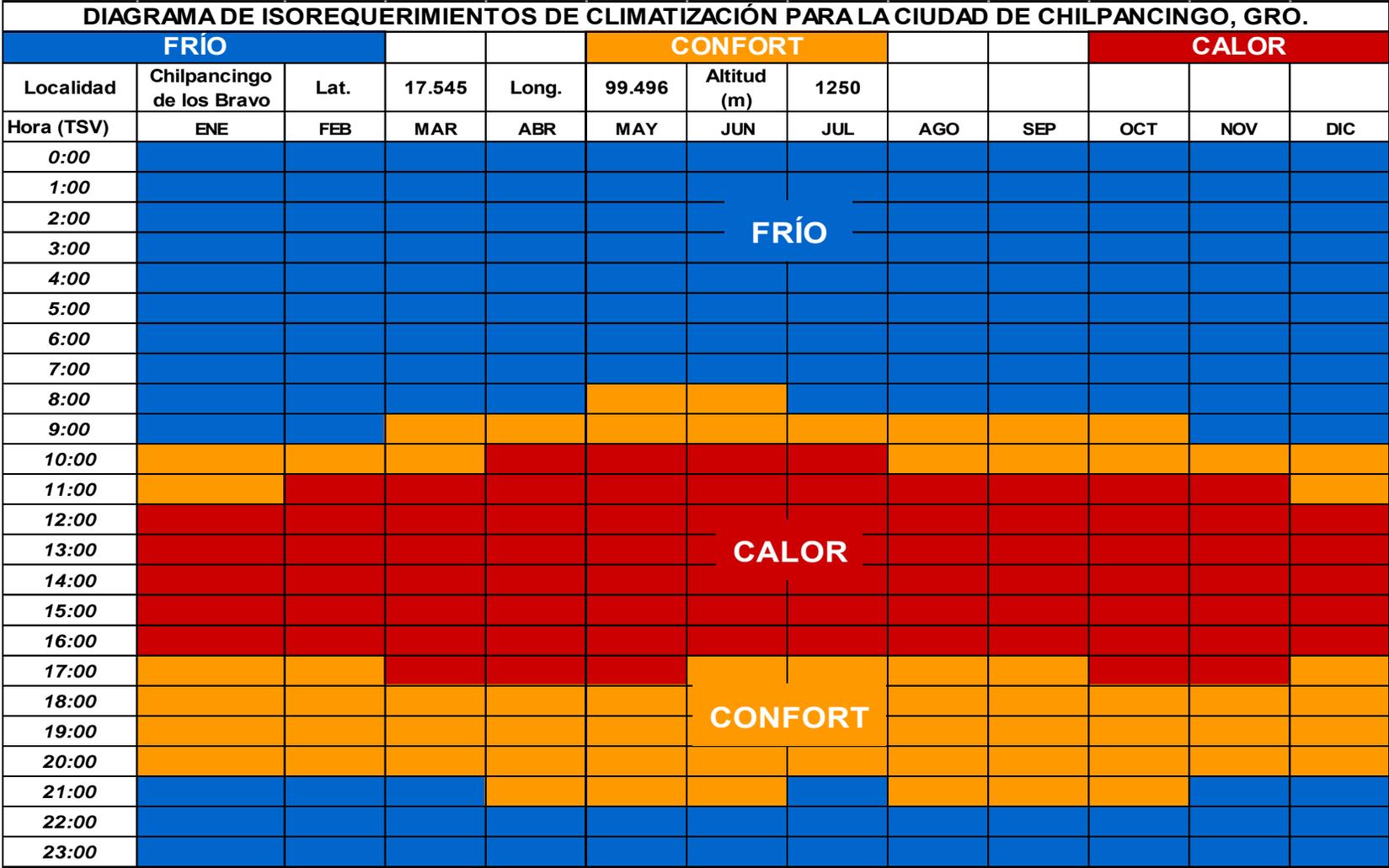
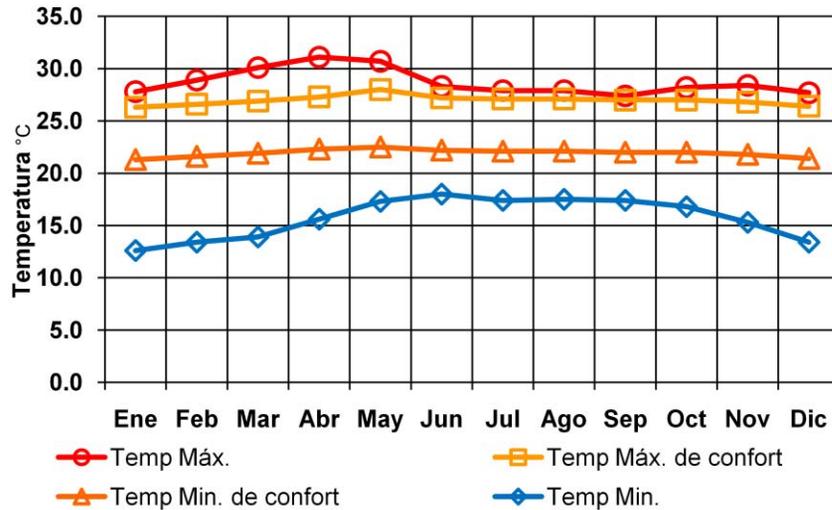


Fig. No. 11 Diagrama de Isorrequerimientos, para la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

Acorde al proceso anterior conforme a lo diagnosticado en el diagrama de isorrequerimientos, se identifico lo siguiente para la ciudad de Chilpancingo, Guerrero:

Para las diferentes épocas del año correspondientes a primavera (Marzo – Mayo), verano (Junio – Agosto), otoño (Septiembre – Noviembre) e invierno (Diciembre – Febrero), las temperaturas máximas y mínimas promedio se encuentran fuera del rango de la zona de confort, teniendo que la oscilación de temperatura máxima para la época de primavera es de 16.2°C, para el verano de 10.5°C, otoño de 13.1°C y el invierno de 15.5°C. (Gráfica No. 5) Por lo que la oscilación diaria en la ciudad de Chilpancingo se localiza entre los 10 y 16°C.

**COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS PROMEDIO CON TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS DE CONFORT**



Gráfica No. 5 Comparación de temperaturas máximas y mínimas promedio con temperaturas máximas y mínimas de confort.

- La temporada de frío se manifiesta durante todo el año teniendo mayor incidencia en los meses de Noviembre-Febrero de las 21:00-09:00hrs, en donde la oscilación de su temperatura es de 8.3°C.
- Las condiciones de confort se presentan durante todo el año con una mayor ocurrencia en los meses de Junio, Agosto-Octubre de las 9:00-10hrs y de las 17:00-21:00hrs, con una oscilación de 5.4°C.
- Las condiciones de calor predominan durante todo el año prevaleciendo con mayor ocurrencia en los meses de Abril-Mayo de las 10:00-17:00hrs, teniendo una oscilación de temperatura de 3.8°C.

Por lo que las estrategias de climatización pasiva que necesita cada temporada son:

- **Frío.** Calefacción directa, indirecta o aislada: en las horas de la mañana, conforme a:
  - Orientación y localización adecuada de aperturas para la captación de radiación solar.
  - Ubicación adecuada de los espacios arquitectónicos para el aprovechamiento de calor necesario.
  - Captación solar a través de las partes no opacas de la envolvente del edificio.

- **Confort.** Control de la calefacción, enfriamiento y protección solar: en algunas horas de la mañana y tarde.
- **Calor.** Protección Solar, Enfriamiento directo, indirecto o aislado: en las horas del medio día.
  - Ubicación adecuada de aleros, partesoles para prevenir ganancias directas de calor.
  - Orientación y localización adecuada de aperturas para una adecuada ventilación natural.
  - Colocación apropiada de la vegetación en el exterior.

Cabe destacar que con la realización de este apartado se podrá aplicar la información obtenida en distintos lugares que contengan las mismas características de clima templado.

#### 4.4. EVALUACION DE LA ORIENTACIÓN

Para la realización del análisis solar, se tomo de referencia un caso de estudio: la ciudad de Chilpancingo, Gro., del cual se consideran los requerimiento necesarios del modelo para diseño y evaluación de control solar en edificios (Morillón y Mejía, 2004).

Para llevar a cabo el análisis solar se requirió de una gráfica solar e información concerniente a él diagrama de isorrequerimientos de climatización obtenido del análisis del bioclima, en donde únicamente se toman las horas de sol que hay en el día de las 6 a las 18 horas (Fig. No. 12 y 13), para de esta manera poder contabilizar las horas en las que se tiene frío, calor y confort, las cuales se multiplican por el número de días que tiene cada mes.

Para la ciudad de Chilpancingo, la cuantificación de las horas totales de frío son de 541 horas y para el semestre Enero-Junio de 613 horas en el semestre Julio-Diciembre, las cuales necesitaran ganancia solar (T1) y las horas totales en las que se presenta calor y confort para el semestre Enero-Junio son de 1812 horas y para el semestre Julio-Diciembre 1779 horas, las que requerirán de protección solar (T2), (Tabla No. 6 y 7).

DIAGRAMA DE ISORREQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN POR SEMESTRE ENE - JUN PARA LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GRO.						
FRÍO		CONFORT			CALOR	
Localidad	Chilpancingo de los Bravo	Lat. 17.545	Long. 99.496	Altitud (m)	1250	
Hora (TSV)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
6:00						
7:00						
8:00						
9:00						
10:00						
11:00						
12:00						
13:00						
14:00						
15:00						
16:00						
17:00						
18:00						

Fig. No. 12 Diagrama de Isorrequerimientos de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, del semestre Enero - Junio

DIAGRAMA DE ISORREQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN POR SEMESTRE JUL - DIC PARA LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GRO.						
FRÍO		CONFORT			CALOR	
Localidad	Chilpancingo de los Bravo	Lat. 17.545	Long. 99.496	Altitud (m)	1250	
Hora (TSV)	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
6:00						
7:00						
8:00						
9:00						
10:00						
11:00						
12:00						
13:00						
14:00						
15:00						
16:00						
17:00						
18:00						

Fig. No. 13 Diagrama de Isorrequerimientos de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, del semestre Julio - Diciembre.

NO. DE HORAS QUE REQUIEREN GANANCIA DE CALOR (T1) O PROTECCIÓN (T2) SEMESTRE ENE - JUN							
	Ene (31)	Feb (28)	Mar (31)	Abr (30)	May (31)	Jun (30)	Total
T1	124	112	93	90	62	60	<b>541</b>
T2	279	252	310	300	341	330	<b>1812</b>

Tabla No. 6 Número de horas totales por mes y por semestre que requieren ganancia de calor (T1) ó protección (T2), para el semestre Enero – Junio.

NO. DE HORAS QUE REQUIEREN GANANCIA DE CALOR (T1) O PROTECCIÓN (T2) SEMESTRE JUL - DIC							
	Jul (31)	Ago (31)	Sep (30)	Oct (31)	Nov (30)	Dic (31)	Total
T1	93	93	90	93	120	124	<b>613</b>
T2	310	310	300	310	270	279	<b>1779</b>

Tabla No. 7 Número de horas totales por mes y por semestre que requieren ganancia de calor (T1) ó protección (T2), para el semestre Julio - Diciembre.

Mediante la información anterior de las horas totales en las que se necesita ganancia de calor y protección solar en cada semestre, se transfieren a la gráfica solar, sombreado las horas en la que se solicita protección solar (T2) (Fig. No. 14 y 15).

Posteriormente se analiza cuantitativamente, en las diferentes orientaciones, las horas de las que requieren soleamiento (L) y de la misma manera cuantas horas en las que se requiere protección (K) (Figura 16 – 17).

Impacto Térmico de la ventana en la vivienda de México:  
Recomendaciones para el diseño y la orientación

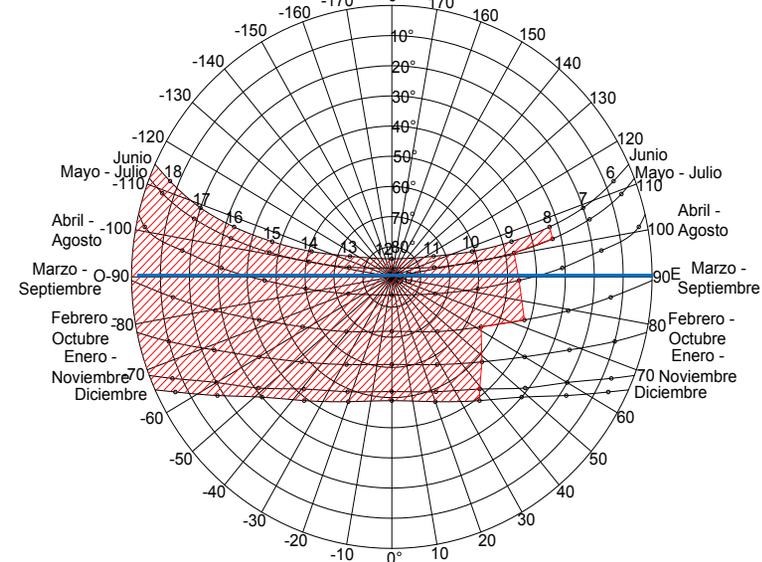


Fig. No. 14 Gráfica Solar para el Semestre Enero - Junio

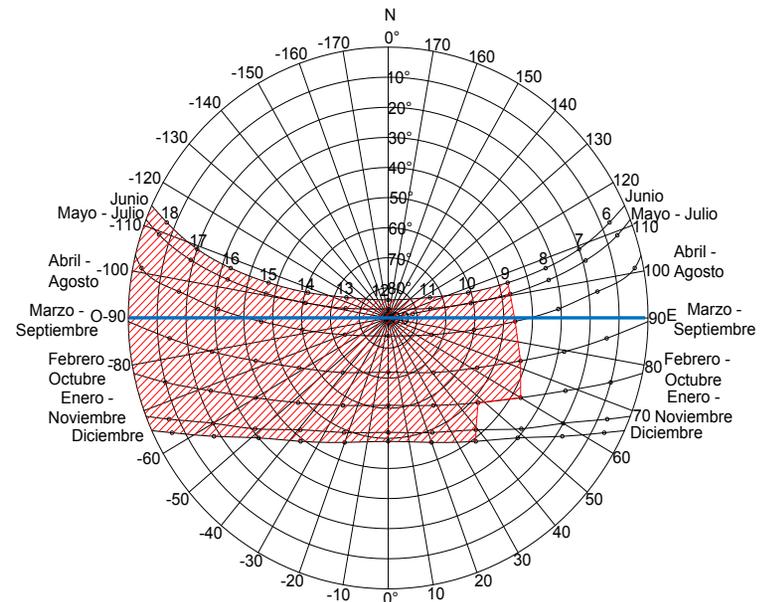


Fig. No. 15 Gráfica Solar para el Semestre Julio- Diciembre

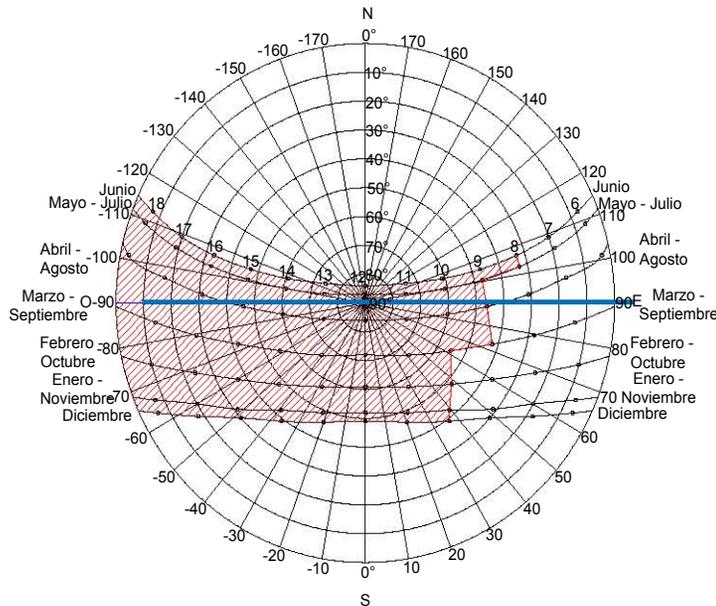


Fig. No. 16 Gráfica Solar para semestre Enero - Junio para analizar cuantitativamente la orientación Sur.

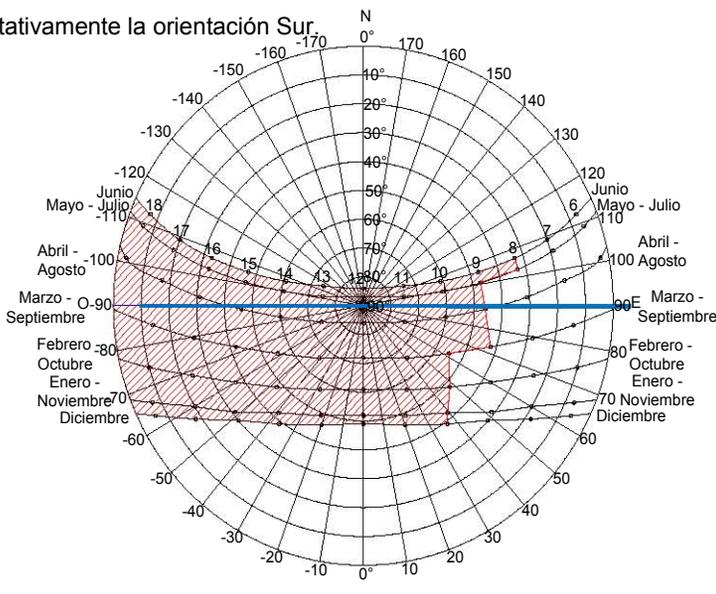


Fig. No. 17 Gráfica Solar para semestre Julio - Diciembre para analizar cuantitativamente la orientación Sur.

Se obtiene la eficiencia por semestre (Tabla No. 8 y 9), utilizando las ecuaciones descritas en el capítulo anterior para la eficiencia en el periodo de calor (EPC) y la eficiencia en el periodo de frío (EPF), para después determinar la eficiencia global (ED) que se obtenga en cada una de las orientaciones.

Por lo que para el semestre Enero-Junio la orientación que mayor eficiencia ponderada tiene es la Nor-Este y la que menor eficiencia ponderada es la Sur-Oeste, para la otra mitad del semestre Julio-Diciembre la orientación Nor-Este adquiere la mayor eficiencia ponderada mientras que la orientación Sur-Oeste la menor.

Obtenidas las eficiencias ponderadas de cada uno de los semestres en las ocho diferentes orientaciones, se procede a obtener la orientación óptima del caso de estudio, además de conocer la orientación desde la mayor hasta la que menor ganancia de calor adquiere, lo cual es a través de la suma de la eficiencia ponderada obtenida en cada orientación por cada uno de los semestres para después obtener la eficiencia ponderada promedio, es decir para el semestre Enero-Junio en la orientación Nor-Este tiene una eficiencia ponderada de 40% y en el semestre Julio-Diciembre de 45%, haciendo la suma y promedio se tiene una eficiencia ponderada promedio de 43 y así se va haciendo sucesivamente con las orientaciones restantes hasta obtener su eficiencia ponderada promedio.

Por lo que para la ciudad de Chilpancingo, de acuerdo a la eficiencia ponderada promedio ordenada de menor a mayor, se tiene primeramente a la orientación Sur-Oeste con 8%, Oeste 10%, Nor-Oeste

13%, Sur 25%, Norte 27%, Sur-Este 39%, Este 41% y finalmente Nor-Este con 43%. Por lo descrito en el capítulo anterior se deriva que la orientación Sur-Oeste va a ser la orientación que adquiera mayor ganancia de calor y la orientación Nor-Este menor (Tabla No. 10).

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA GLOBAL POR ORIENTACIÓN SEMESTRE ENE- JUN					
Orientación	Hrs. en que se requiere soleamiento	T1 = 541		Hrs. en que se requiere sombra	T2 = 1812
	Hrs. en que se requiere sombra y no hay protección	Eficiencia periodo de calor (%)	Hrs. en se requiere sol y no hay protección	Eficiencia en periodo frío (%)	Eficiencia ponderada (%)
	K	EPC= 1-(K/T2)	L	EPF= L/T1	EPC= EPF= ED
<b>SUR</b>	1032	43	344	64	25
<b>ESTE</b>	545	70	527	97	38
<b>OESTE</b>	1072	41	0	0	9
<b>SUR-ESTE</b>	740	59	527	97	36
<b>SUR-OESTE</b>	1236	32	23	4	8
<b>NORTE</b>	532	71	190	35	24
<b>NOR-ESTE</b>	358	80	504	93	40
<b>NOR-OESTE</b>	854	53	0	0	12

Tabla No. 8 Cálculo de la Eficiencia Global por orientación, Semestre Enero-Junio

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA GLOBAL POR ORIENTACIÓN SEMESTRE JUL - DIC					
Orientación	Hrs. en que se requiere soleamiento	T1 = 541		Hrs. en que se requiere sombra	T2 = 1812
	Hrs. en que se requiere sombra y no hay protección	Eficiencia periodo de calor (%)	Hrs. en se requiere sol y no hay protección	Eficiencia en periodo frío (%)	Eficiencia ponderada (%)
	K	$EPC= 1-(K/T2)$	L	$EPF= L/T1$	$EPC= EPF= ED$
<b>SUR</b>	1047	41	351	57	25
<b>ESTE</b>	491	72	598	98	44
<b>OESTE</b>	1089	39	0	0	10
<b>SUR-ESTE</b>	690	61	598	98	41
<b>SUR-OESTE</b>	1257	29	23	4	8
<b>NORTE</b>	481	73	247	40	29
<b>NOR-ESTE</b>	300	83	560	91	45
<b>NOR-OESTE</b>	867	51	0	0	13

Tabla No. 9 Cálculo de la Eficiencia Global por orientación, Semestre Julio-Diciembre

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA GLOBAL PROMEDIO POR ORIENTACIÓN			
Orientación	Eficiencia ponderada (%)	Eficiencia ponderada (%)	Eficiencia ponderada promedio (%)
	SEM ENE - JUN	SEM. JUL - DIC	
<b>NOR-ESTE</b>	40	45	43
<b>ESTE</b>	38	44	41
<b>SUR-ESTE</b>	36	41	39
<b>NORTE</b>	24	29	27
<b>SUR</b>	25	25	25
<b>NOR-OESTE</b>	12	13	13
<b>OESTE</b>	9	10	10
<b>SUR-OESTE</b>	8	8	8

Tabla No. 10 Cálculo de la eficiencia global promedio por orientación

#### 4.5. ANÁLISIS DE LA GANANCIA DE CALOR POR LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA

En lo que concierne a México, la vivienda que es mayormente demandada, es la de interés social, por el promedio de área de construcción y el tipo de acabado que se realizan en ellas, además por ser construidas en serie, representan un impacto en el consumo de energía.

En este apartado se presenta el análisis del comportamiento térmico de la vivienda, ganancias de calor por conducción y radiación, variando las dimensiones de la ventana en cada una de las fachadas, con la finalidad de verificar si existen cambios térmicos hacia el interior de la vivienda.

Por lo que esta evaluación es realizada orientando la vivienda de interés social en las principales cuatro orientaciones, norte, sur, este y oeste, aplicando en cada una de estas los cambios de dimensiones de ventana, para obtener información referente a la ventana optima en cada orientación.

##### 4.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA TIPO

La evaluación del comportamiento térmico se realizó tomando en cuenta las características iniciales de diseño arquitectónico y constructivo de una vivienda de interés social, en donde la superficie construida es de 50m<sup>2</sup>, construida con block de concreto de 0.15m de espesor, aplanados con yeso y recubiertos con una capa de estuco blanco (mortero de cal) en ambos paños, con una losa de 0.10m de espesor a base de concreto armado, la cancelería de ventanas es de aluminio y el vidrio que

contienen es transparente con un espesor de 0.003m y las puertas exteriores son de multypanel liso. (Figura No. 18, 19; fotografía No. 1).

Cabe resaltar que la geometría de ventanas que se utiliza convencionalmente en este tipo de viviendas de interés social, es cuadrangular, rectangular vertical y rectangular horizontal, por lo que en este caso de vivienda de interés social se localiza en su diseño arquitectónico ventanas situadas en los espacios de la sala y las recamaras con una geometría de ventana rectangular vertical, en la primer espacio arquitectónico las dimensiones de la ventana es de 1m de alto por 0.80m de ancho, la segunda de 1.20m de alto por 1m de ancho, en la cocina se localiza una ventana cuadrada de 1m por 1m y en el baño una ventana con geometría rectangular horizontal o apaisada con dimensiones de 0.60m de ancho por 0.40m de alto. (Figura No. 20)

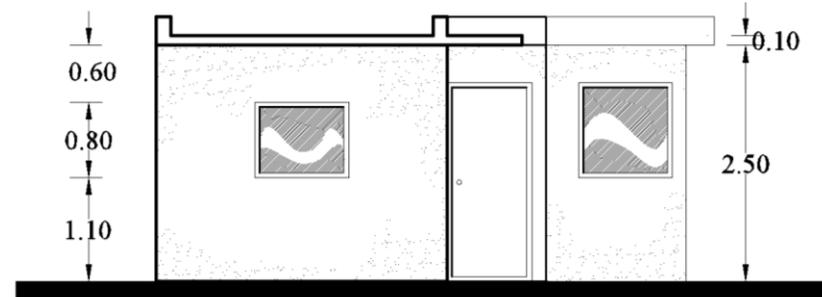


Figura No. 19 Fachada Principal de vivienda de interés social

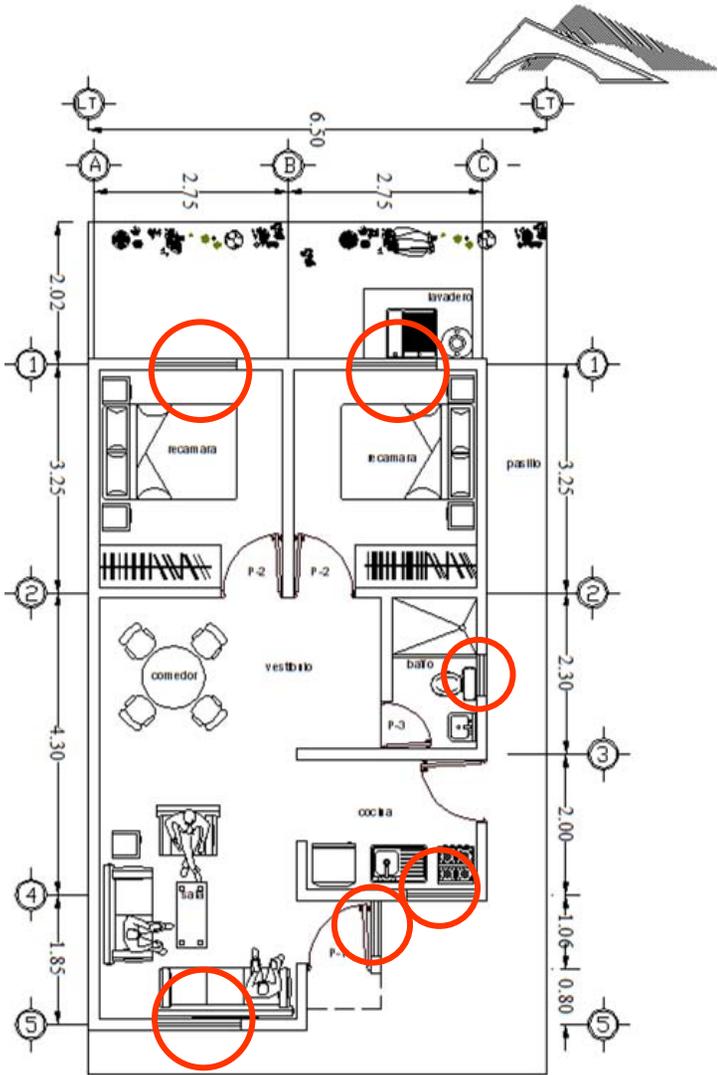


Figura No. 19 Planta arquitectónica de la vivienda de interés social con localización de ventanas



Figura No. 20 Perspectiva de la vivienda de interés social



Fotografía No. 1 Vivienda de interés social tomada en cuenta para la evaluación del comportamiento térmico

#### 4.5.2. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN LA VIVIENDA TIPO, IMPACTO DE LA ORIENTACIÓN

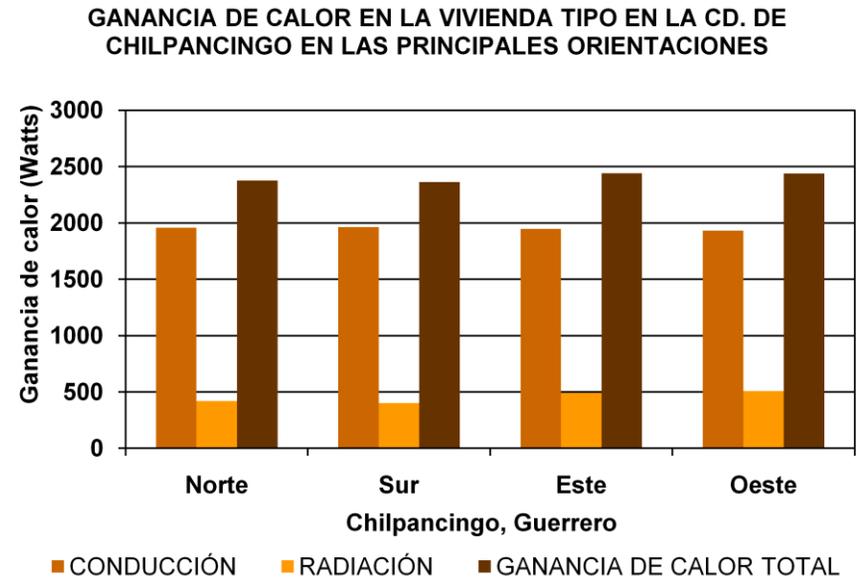
Para llevar a cabo el análisis del comportamiento térmico, se realizó el cálculo de las ganancias de calor por conducción y radiación, descrito con mayor detalle en el capítulo de “Metodología”, el cual se lleva a cabo a través de los diferentes elementos de la envolvente de la vivienda de interés social.

Se evaluó en un primer criterio la vivienda de interés social, emplazada en las principales cuatro orientaciones, en donde se consideran las características iniciales de diseño arquitectónico considerando cada una de las ventanas localizadas en el proyecto, para lo cual se llevó a cabo el cálculo de las ganancias de calor por conducción y radiación de la vivienda en la ciudad de Chilpancingo, Gro, contemplada para este caso, para conocer el impacto que tiene por orientación respecto a ganancias de calor. Por lo que a continuación se presentan los datos obtenidos:

En la gráfica No. 6 se describen los datos de las ganancias de calor para el bioclima templado, considerando a la ciudad de Chilpancingo como representativa de esta ciudad, adquiriendo que la orientación Sur es en la se obtiene menores ganancias de calor y la orientación Este mayor ganancia de calor.

A través del desarrollo del cálculo térmico de la vivienda tipo en un bioclima templado, tomando a la ciudad de Chilpancingo, se puede determinar las recomendaciones óptimas de orientación hacia la que se debe localizar la vivienda, considerando las características particulares del

clima, por lo que se realizan un pequeño esquema para su mayor entendimiento (Fig. No. 21).



Gráfica No. 6 Ganancia de calor por conducción y radiación de la vivienda de interés social en Chilpancingo, Guerrero.

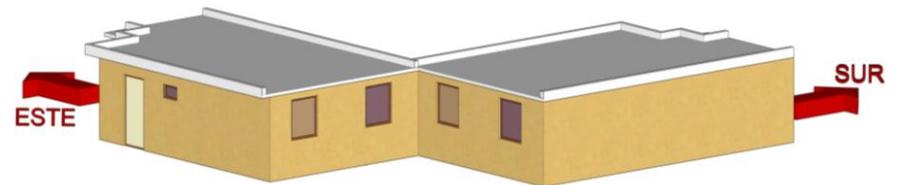
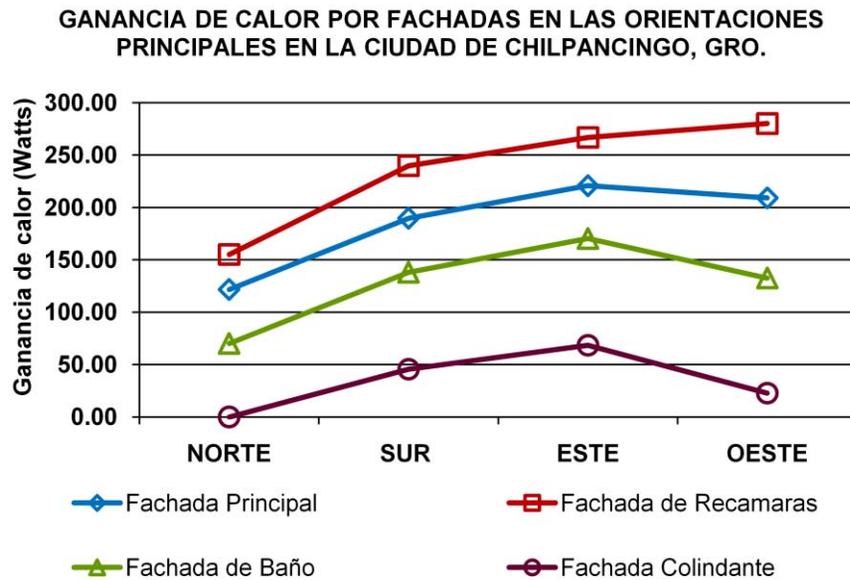


Fig. No. 21 Recomendación de orientación de vivienda, hacia el Sur o Este en Bioclima Templado (Chilpancingo), considerando la fachada principal de referencia.

### 4.5.3. IMPACTO DE LA ORIENTACIÓN Y FACHADA

Se llevo a cabo el análisis de las ganancias de calor por orientación de cada una de las fachadas de la vivienda tipo en donde se realizo la comparación térmica, de tal manera de contrastar los resultados adquiridos en una misma orientación por cada una de las fachadas para la ciudad de estudio tomada, lo cual se puede observar en la siguiente grafica.



Gráfica No. 7 Comparación de ganancias de calor por fachada en las principales orientaciones, en las ciudades de Chilpancingo, Gro.

En la grafica No. 7 se puede notar las ganancias de calor obtenidas por cada una de las fachadas de la vivienda tipo evaluado en las principales orientaciones, contemplando solo la ganancia que se obtiene a través de muros y ventanas, en donde la Fachada de las recamaras para las cuatro orientaciones es la que logra ganancias de

calor mayores, contrario en la fachada colindante que es la que menor ganancia de calor obtiene, además de que para la orientación Norte en las distintas fachadas tiene las mínimas ganancias de calor y la fachada Este las máximas siendo diferente en la fachada de las recamaras de acuerdo a que sus ganancias de calor altas las consigue en la orientación Oeste.

### 4.5.4. IMPACTO DE LAS VENTANAS CONVENCIONALES UTILIZADAS EN LA VIVIENDA TIPO

Con respecto al levantamiento físico de ventanas utilizadas, se encontró distintas dimensiones y geometrías implementadas en la vivienda de interés social (Tabla No.11), para lo cual se efectuó el cálculo térmico, con algunas ventanas, aplicadas al caso de estudio, en las orientaciones principales para obtener las diferencias de ganancias de calor que se adquieren con cada una ellas.

Para llevar a cabo la evaluación del comportamiento térmico se considero las mismas características de como se encontró a cada una de las ventanas localizadas en los distintos diseños de vivienda de interés social, por lo que en la vivienda tipo tomada para este análisis se dejo la misma localización de ventanas que corresponde al proyecto inicial, y solo se fue sustituyendo en estos espacios cada una de las ventanas por analizar, resaltando que en la ventana localizada en el espacio arquitectónico del baño se tomo la proporción de la ventana inicial para que fuera considerada en el análisis.

**Ventana cuadrada de 1.20x1.20m**

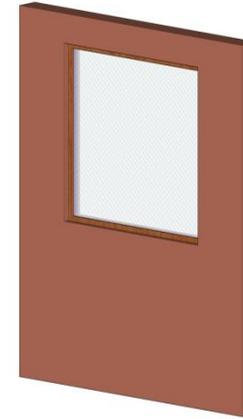


Fig. No.22 Geometría de ventana cuadrada de 1.20x1.20m

Como primer caso de ventana tomada en cuenta para efectuar el estudio es una ventana con geometría cuadrada de dimensiones de 1.20x1.20 (Fig. No. 22), teniendo en cuenta que la ventana localizada en el baño se toma la proporción de la ventana preliminar, adaptándola a dicha geometría a analizar, de lo que se obtiene lo siguiente:

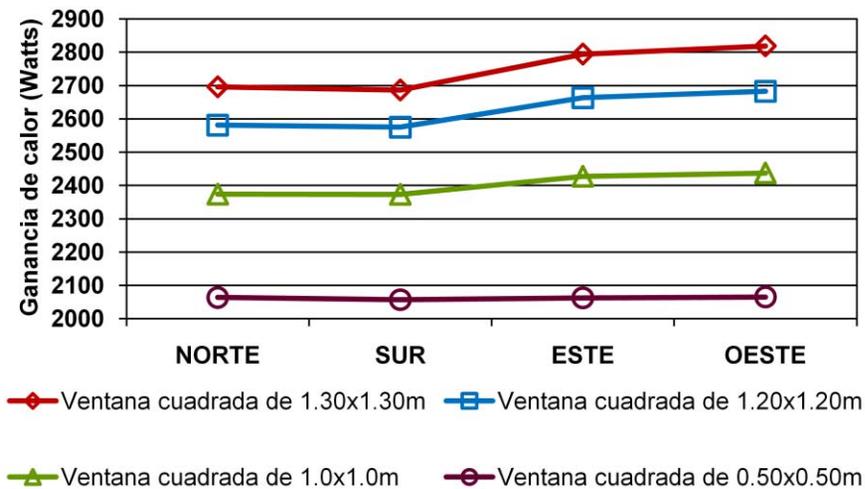
En la gráfica No. 8 se puede observar las ganancias de calor para la ciudad de Chilpancingo, utilizando la ventana con geometría cuadrada de 1.20x1.20m en la orientación Oeste se gana mayor ganancia térmica y menor en la orientación Sur.

<b>RESUMEN DE VENTANAS USADAS EN LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL</b>	
<b>DIMENSIONES (m)</b>	
<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
<b>CUADRADAS</b>	
1.30	1.30
1.20	1.20
1.0	1.0
0.50	0.50
<b>RECTANGULAR VERTICAL</b>	
1.20	2.15
1.50	1.80
1.10	1.20
1.0	1.20
0.80	1.0
0.60	1.20
0.40	1.20
<b>RECTANGULAR HORIZONTAL</b>	
1.50	1.20
1.20	1.10
0.60	0.50
0.60	0.40

Tabla No. 11 Resumen de ventanas convencionales usadas en viviendas de interés social

**4.5.4.1. VENTANAS CUADRADAS**

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO CON VENTANAS CUADRADAS, EN CHILPANCINGO, GRO.**



Gráfica No. 8 Ganancias de calor por conducción y radiación en la vivienda de interés social, en las principales orientaciones en la ciudad de Chilpancingo, Gro utilizando ventanas cuadradas.

**Ventana cuadrada de 1.0 x1.0m**

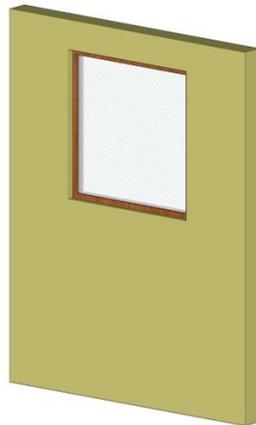


Fig. No. 23 Geometría de ventana cuadrada de 1.0x1.0m

Para realizar la evaluación térmica, se considera una ventana cuadrada de 1.0x1.0m (Fig. No. 23), la cual, está ventana es localizada en el diseño inicial de la vivienda tipo en el espacio arquitectónico de la cocina, además de que para el análisis térmico se sitúa en los demás espacios restantes de las ventanas, en donde se presentan en seguida las ganancias de calor que se obtuvieron de su evaluación (Gráfica No. 8).

La orientación en la cual este tipo de bioclima logra mayores ganancias de calor es en la orientación Oeste y en la que gana menor calor la ciudad de Chilpancingo es en la orientación Sur (Gráfica No. 8).

**Ventana cuadrada de 0.50x0.50m**

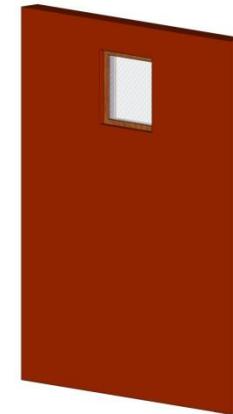


Fig. No. 24 Geometría de ventana cuadrada de 0.50x0.50m

Para este bioclima de los datos obtenidos del análisis térmico (Gráfica No. 8), para la ventana cuadrada de 0.50 x 0.50m, se consiguen menores ganancias de calor para Chilpancingo en la orientación Sur y las mayores ganancias de calor se logran en el Oeste.

**Ventana cuadrada de 1.30x1.30m**

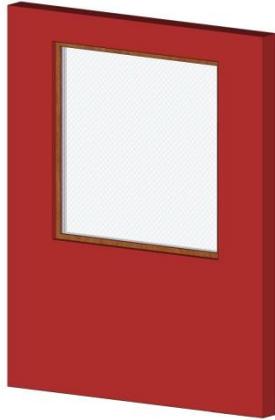


Fig. No. 25 Geometría de ventana cuadrada de 1.30x1.30

En la gráfica No. 8 para el bioclima templado de la ciudad de Chilpancingo, con la ventana cuadrada de 1.30 x1.30m, se tiene que cuando la vivienda es orientada al Oeste logra ganancias de calor máximas y para el Sur mínimas.

#### 4.5.4.2. VENTANAS RECTANGULARES HORIZONTALES

##### Ventana rectangular horizontal de 1.20x1.50m

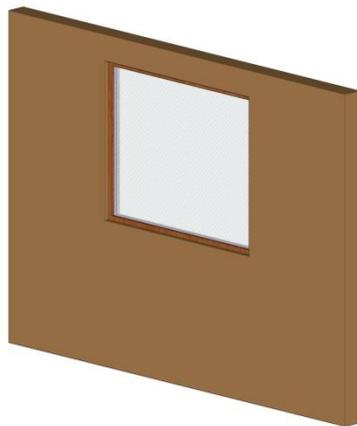
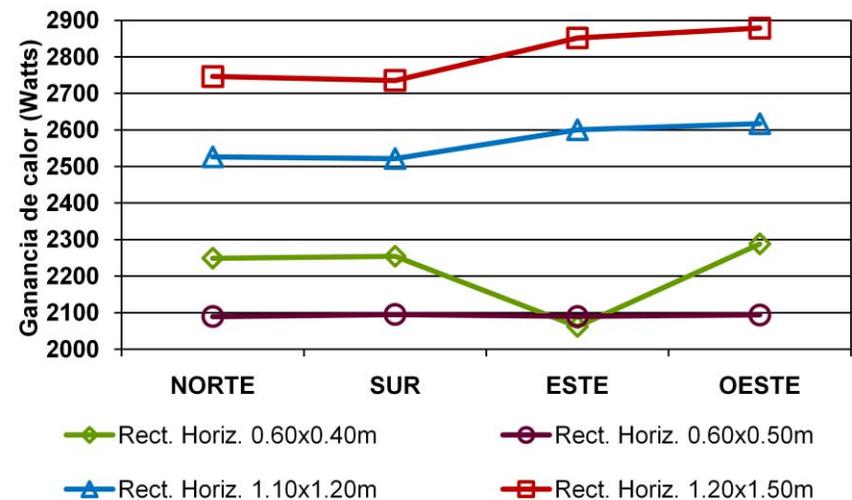


Fig. No. 26 Geometría de ventana rectangular horizontal de 1.20x1.50m

El procedimiento tomado en cuenta para analizar cada una de las geometrías encontradas en el levantamiento físico fue descrito anteriormente, por lo que para el caso de la geometría de ventana rectangular horizontal de 1.20x1.50m (Fig. No. 26) se tuvo lo siguiente:

#### GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO CON VENTANAS RECTANGULAR HORIZONTAL EN CHILPANCINGO, GRO.



Gráfica No. 9 Ganancias de calor por conducción y radiación en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en la ciudad de Chilpancingo, Gro utilizando ventanas con geometría rectangular horizontal.

En la grafica No. 9 respecto a las ganancias de calor en el bioclima templado para la ciudad tomada como caso de estudio (Chilpancingo), cuando es utilizada la geometría rectangular horizontal se obtiene una menor ganancia de calor en la orientación Sur y la mayor ganancia de calor en el Oeste.

**Ventana rectangular horizontal de 0.60x0.50m**

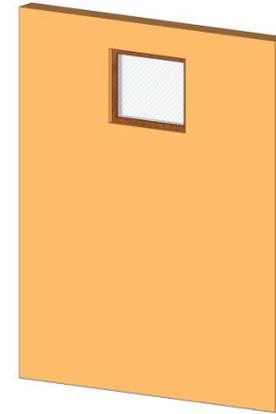


Fig. No. 28 Geometría de ventana rectangular vertical de 0.60x0.50m

La información adquirida a través de la gráfica No. 9 es que para la ciudad de Chilpancingo, con la ventana rectangular vertical de 0.60 x 0.50m su ganancia de calor mínima es en el Norte y las máximas en el Sur.

**Ventana rectangular horizontal de 1.20x1.10m**



Fig. No. 29 Geometría de ventana rectangular horizontal de 1.20x1.10m

**Ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40m**

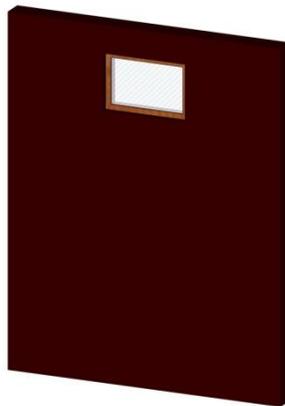


Fig. No. 27 Geometría de ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40m

En los datos provenientes del análisis térmico en los bioclimas templados, para la ventana rectangular horizontal de 0.60 x 0.40m la orientación Este presenta las ganancias de calor más bajas y para las más altas cantidades de calor es en la orientación Sur (Gráfica No. 9).

De acuerdo a los datos de la gráfica No. 9 resultantes de la ciudad de Chilpancingo, la ventana rectangular vertical de 1.20x1.10m, la orientación Oeste consigue mayores ganancias de calor y las mínimas en la orientación Sur.

#### 4.5.4.3. VENTANAS RECTANGULARES VERTICALES

Ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m

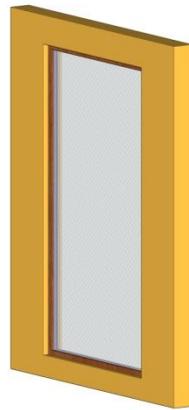


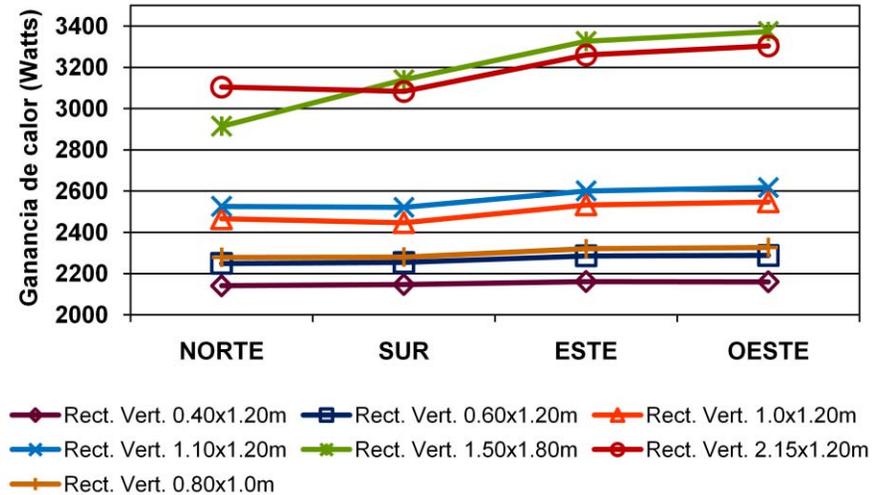
Fig. No. 30 Geometría de ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m

Los resultados adquiridos de esta evaluación de geometría de ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m (Fig. No. 30) en las diferentes orientaciones se presentan a continuación:

Con la implementación de la geometría de ventana rectangular vertical en la vivienda de interés social los datos obtenidos se muestran en la gráfica No. 10, en donde se consiguen mayores ganancias de calor

cuando la vivienda es orientada al Oeste y menores cuando se encuentra al Sur.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO CON VENTANAS RECTANGULAR VERTICAL EN CHILPANCINGO, GRO.**



Gráfica No. 10 Ganancias de calor por conducción y radiación en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en la ciudad de Chilpancingo, Gro utilizando ventanas con geometría rectangular vertical.

### Ventana rectangular vertical de 0.80x1.0m



Fig. No. 31 Geometría de ventana rectangular vertical de 0.80x1.0m

Se considera del proyecto de la vivienda tipo, para adquirir las ganancias de calor la ventana localizada en la estancia, con una geometría rectangular vertical de 0.80x1.0m (Fig. No.31)

Implementando la geometría de ventana tratada en este apartado (Gráfica No. 10), con la orientación Norte se consiguen menores ganancias de calor contrario para la orientación Oeste.

### Ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m



Fig. No. 32 Geometría de ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m

Aunadamente a las ventanas anteriores se contempla la ventana localizada en las recamaras de la vivienda tipo, con una geometría rectangular vertical con dimensiones de 1.0x1.20m (Fig. No. 32).

Se logran ganancias menores en la orientación Sur y las ganancias térmicas mayores en la orientación Oeste (Gráfica No. 10).

**Ventana Rectangular vertical de 0.40x1.20**

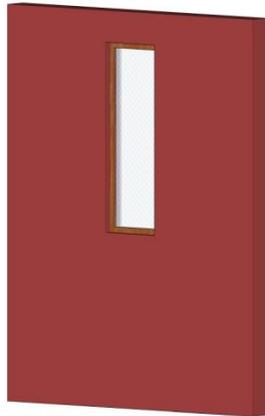


Fig. No. 33 Geometría de ventana Rectangular vertical de 0.40x1.20m

Implementando la geometría de ventana rectangular vertical de 0.40x1.20 las ganancias de calor altas se logran en el Este y las bajas en la Norte (Gráfica No. 10).

**Ventana Rectangular vertical de 0.60x1.20m**

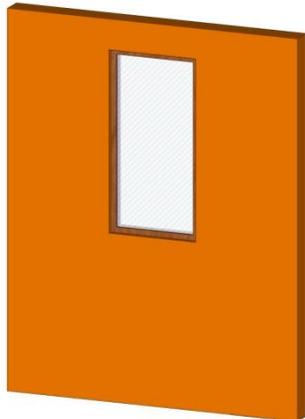


Fig. No. 34 Geometría de ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m

Para el caso de la ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m, para la orientación Oeste tienen ganancias de calor máximas y las ganancias de calor mínimas es en la Norte (Gráfica No. 10)

**Ventana rectangular vertical de 1.10x1.20m**

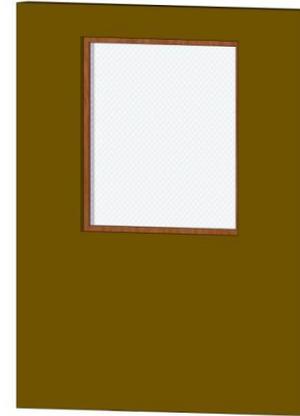


Fig. No. 35 Geometría de ventana rectangular vertical de 1.10x1.20m

En la orientación Oeste con el tipo de geometría de ventana rectangular vertical de 1.10x1.20m, se tienen ganancias de calor altas, con lo que las ganancias de calor mínimas es en el Sur (Gráfica No. 10).

### Ventana rectangular vertical de 1.50x1.80

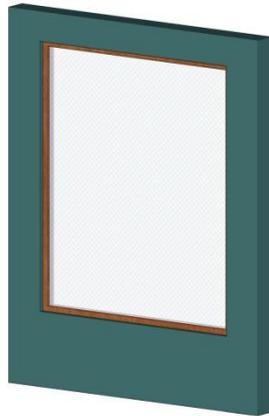


Fig. No. 36 Geometría de ventana rectangular horizontal de 1.50x1.80m

Con este tipo de ventana rectangular vertical de 1.50x1.80m, las ganancias de calor altas se van a dar en la orientación Oeste y las bajas en la Norte (Gráfica No. 10).

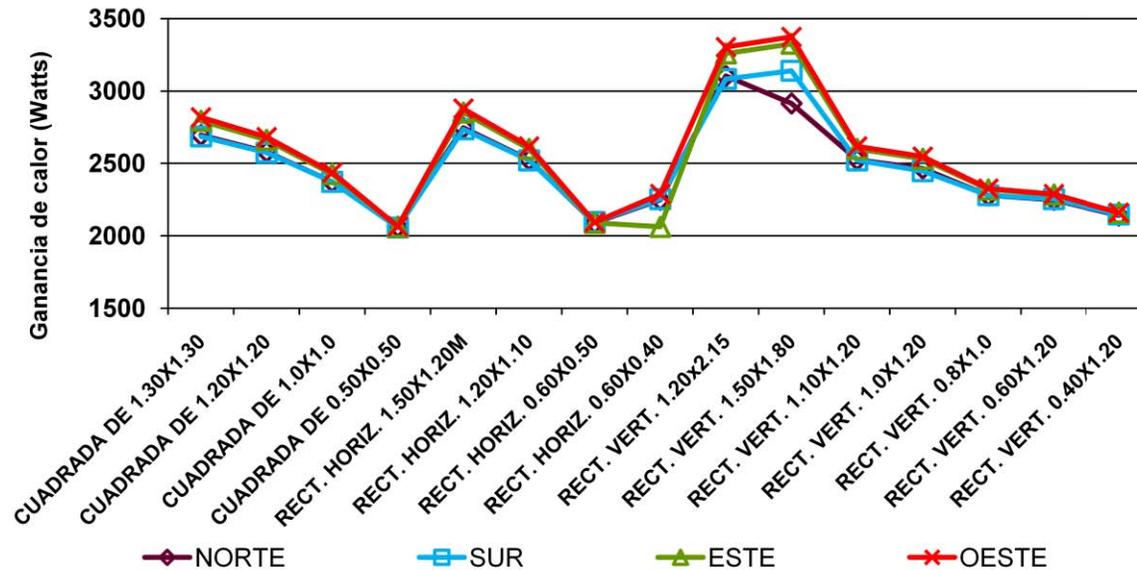
#### 4.5.4.4. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS EN LAS VENTANAS CONVENCIONALES

Evaluada las ventanas que fueron localizadas en el levantamiento físico de diferentes viviendas de interés social anteriormente descritas, se realizó una comparación de su ganancia térmica adquirida en las principales orientaciones, para poder discernir

entre las distintas ventanas la que obtiene una mayor y menor ganancia de calor.

En la gráfica No.11 se observan las ganancias térmicas de las ventanas utilizadas convencionalmente en viviendas de interés social, cuando estas son emplazadas en las principales orientaciones, por lo que se refiere a las ventanas con geometría cuadrada la de dimensiones de 1.30x1.30m es la que consigue mayores ganancias de calor y la de medidas de 0.50x0.50m es la que menor calor consigue en las diferentes orientaciones, para las rectangulares horizontales la ganancia de calor alta se logra con la de dimensiones de 1.50x1.20m, y las menores de 0.60x0.50m, por lo que para el caso de la geometría rectangular vertical realizado el análisis en la de dimensiones de 1.20x2.15m y la de 1.50x1.80m adquieren las ganancias máximas, variando para cada una de las orientaciones mientras que las mínimas se van a dar en la de 0.40x1.20. De las geometrías de ventana analizadas la ventana rectangular vertical de 1.20x2.15m y la de 1.50x1.80m van a conseguir las ganancias térmicas más altas, por lo contrario pasa en la geometría cuadrada de 0.50x0.50m al igual que en la rectangular vertical de 0.40x1.20m, las cuales consiguen las ganancias térmicas más bajas.

**RESUMEN DE GANANCIAS DE CALOR EN VENTANAS CONVENCIONALES EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES, EN LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GRO.**



Gráfica No. 11 Resumen de ganancias de calor en la vivienda tipo, con ventanas convencionales, en la ciudad de Chilpancingo, Gro.

**4.5.5. IMPACTO DE LAS VENTANAS NO CONVENCIONALES UTILIZADAS EN LA VIVIENDA TIPO**

Aunado a las evaluaciones térmicas anteriores, también se llevo a cabo para geometrías de ventana no convencionales, es decir aquellos diseños de ventanas que no se aplican en el proyecto y construcción de una vivienda de interés social. Al igual que las ventanas empleadas en la vivienda de interés social, fueron encontradas mediante el levantamiento físico, en donde se encontró diversas geometrías y dimensiones utilizadas en ventanas de viviendas (Tabla No.12).

Por lo tanto surgió la expectativa de saber qué ocurriría si se implementarán diferentes geometrías de ventana en la vivienda de interés

social, por lo que se decidió realizar el cálculo por conducción y radiación, en la misma vivienda de interés social tomada para este análisis, considerando las características de análisis anteriores, basado en el diseño inicial y constructivo de la vivienda de interés social y solo supliendo la dimensión y geometría de la ventana no convencional, tal y como fue encontrada, teniendo en cuenta la proporción de la ventana del baño por criterio de diseño.

Para lo cual se toman en cuenta ciertas ventanas, presentadas en la tabla posterior, las cuales son estudiadas en la ciudad de Chilpancingo y en las principales orientaciones, por lo que enseguida se presentan las evaluaciones:

**4.5.5.1. VENTANA CIRCULAR**



Fig. No. 37 Geometría de ventana circular de 1m de diámetro

Por lo que en la grafica se puede apreciar la diferencia de ganancias de calor obtenida en las principales orientaciones por lo que mediante la utilización de la geometría circular de 1m de diámetro, situando a la vivienda al Oeste consigue mayores ganancias de calor y cuando esta al Norte menores (Gráfica No. 12).

<b>RESUMEN DE VENTANAS NO CONVENCIONALES</b>	
<b>DIMENSIONES</b>	
<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
<b>CIRCULARES</b>	
0.70	
1.0	
1.50	
<b>OJO DE BUEY</b>	
0.50	0.50
1.05	1.05
<b>RECTANGULAR VERTICAL COMBINADA CON SEMICIRCULAR</b>	
0.50	1.50
0.50	2.00
0.40	0.90
0.40	1.0
0.25	0.60
<b>HEXAGONAL</b>	
0.30	
<b>SEMICIRCULAR</b>	
1.50 Diámetro	
<b>TRIANGULAR</b>	
0.60	0.50

Tabla No. 12 Resumen de ventanas no convencionales encontradas en viviendas.

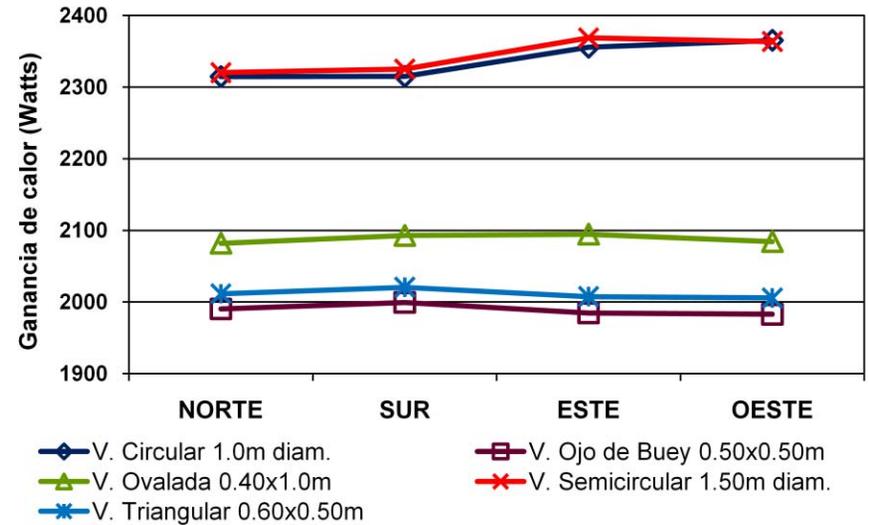
#### 4.5.5.2. VENTANA “OJO DE BUEY”



Fig. No. 38 Geometría de ventana conocida como “ojo de buey” de 0.50x0.50m

Esta geometría de ventana es una composición de otras geometrías como son la cuadrada y circular en donde se tiene como resultado la ventana conocida como “ojo de buey” (Fig. No. 38), la cual es considerada para el cálculo, recalando que esta geometría es tomada con las mismas dimensiones con las que fue hallada 0.50x0.50m (Gráfica No. 12). Las ganancias de calor máximas con la geometría ojo de buey se van a adquirir en la orientación Sur, mientras que las mínimas serán en el Oeste.

GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO CON VENTANAS NO CONVENCIONALES EN CHILPANCINGO, GRO.



Gráfica No. 12 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en la ciudad de Chilpancingo, Gro utilizando ventanas no convencionales.

#### 4.5.5.3. VENTANA OVALADA

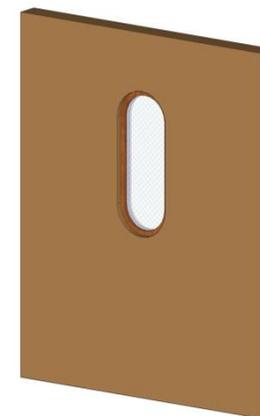


Fig. No. 39 Geometría de ventana ovalada de 0.40x1.0m

Otra de las geometrías de ventana seleccionada para llevar a cabo su evaluación es una geometría de ventana ovalada de 0.40x1.0m, la cual es la combinación de una geometría rectangular vertical con la circular (Fig. No. 39), por lo que se tomo el mismo criterio de reemplazar a las geometrías de ventana que contiene el proyecto inicial, contemplando la proporción de la ventana del baño con respecto a la que se está analizando.

En la misma gráfica, en donde se proyectan los datos de las ganancias de calor para geometrías de ventana no convencionales se encontró que al orientar la vivienda al Sur se genera mayor ganancia de calor, por lo que en la orientación Norte adquieren menores ganancias térmicas.

#### 4.5.5.4. VENTANA SEMICIRCULAR

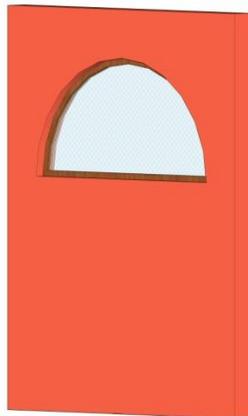


Fig. No. 40 Geometría de ventana Semicircular de 1.50m de diámetro

En el levantamiento físico de geometrías de ventana se encontró una ventana semicircular de 1.50m de diámetro (Fig. No. 40), es decir la mitad de un círculo, la cual fue analizada en los bioclimas de México para las principales orientaciones.

De acuerdo a la gráfica No. 12 las ganancias de calor que se adquieren en la vivienda cuando esta es orientada al Este tienden a ganar mayor calor por lo que las menores ganancias obtenidas del análisis térmico resultaron en la orientación Norte.

#### 4.5.5.5. VENTANA TRIANGULAR



Fig. No. 41 Geometría de ventana triangular de 0.60x0.50m

Esta geometría de ventana es otro tipo de ventanas no convencionales que se encontró en el levantamiento físico, triangular con dimensiones de 0.60 de base por 0.50m de alto, la cual resulta de un cuadrado o rectángulo cortado en diagonal (Fig. No. 41).

Con este tipo de geometría de ventana las ganancias de calor mínimas van a hacer en la orientación Oeste y las máximas se van a dar en la orientación Sur (Gráfica No. 12).

#### 4.5.5.6. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS EN LAS VENTANAS NO CONVENCIONALES

En la gráfica anterior también se comparan por orientación las ventanas no convencionales, de tal manera de conocer la diferenciación entre cada una de las geometrías de ventana.

En la gráfica No. 12 se puede apreciar las ganancias térmicas obtenidas del análisis en la vivienda tipo utilizando ventanas no convencionales, teniendo que para la ventana semicircular de un metro y medio de diámetro tal y como fue encontrada en el levantamiento, es la que mayor ganancia de calor tiene, seguida por la ventana circular de un metro de diámetro, después la geometría de ventana ovalada, consecuentemente la ventana triangular y por último la ventana ojo de buey que es la que menor ganancia consigue.

#### 4.5.6. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS EN LAS VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES

Se realiza una comparación de las ganancias de calor obtenida en las diferentes ventanas analizadas tanto para las que se emplean en la vivienda de interés social como las que no, para saber qué diferencia obtienen entre cada una, aplicada al caso de estudio.

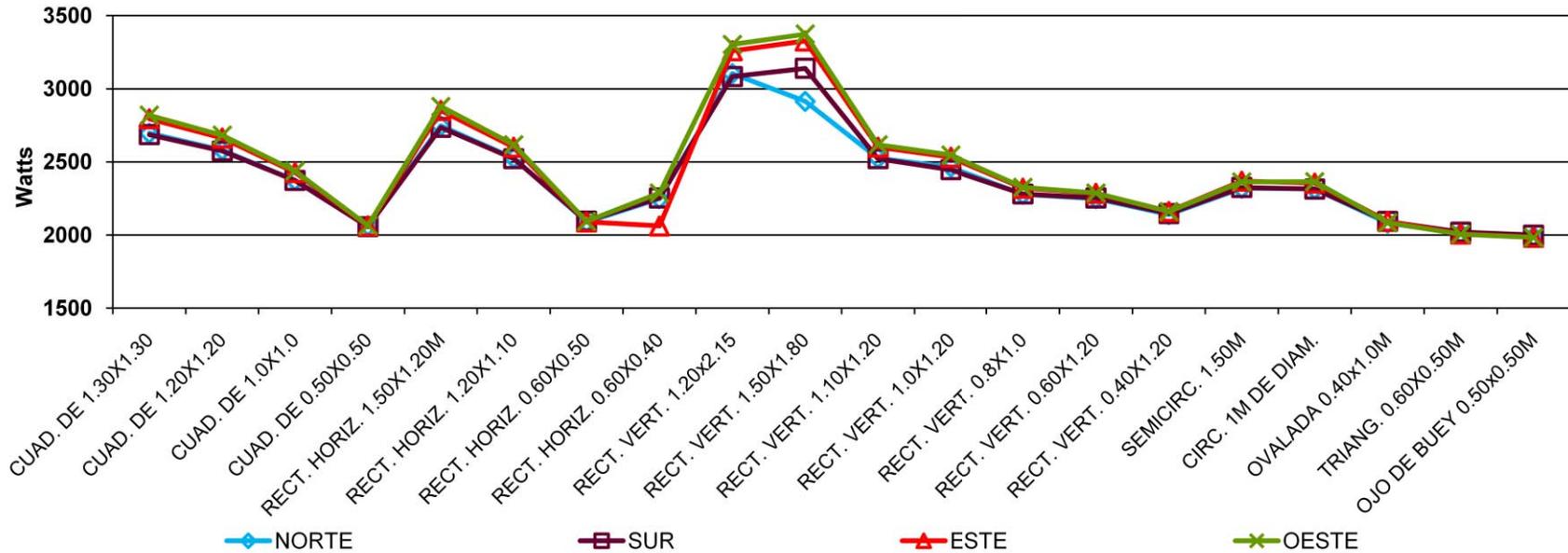
Esta comparación se lleva a cabo analizando las ventanas, por la ganancia de calor que adquieren en cada orientación, para saber cuál es la apropiada para el caso de estudio mediante esta confrontación de

ventanas convencionales y no convencionales. Por lo que a continuación se muestra la gráfica en donde se contrastan las ganancias térmicas mediante la utilización de cada una de las ventanas.

En la gráfica No. 13 se puede observar en conjunto las ventanas analizadas anteriormente, de lo cual se menciona de una escala de mayor a menor la ganancia de calor que obtuvieron cada una, de lo que se tiene en primer sitio a la ventana:

- Rectangular vertical 1.20x2.15m,
- Rectangular vertical 1.50x1.80m,
- Rectangular horizontal 1.50x1.20m,
- Cuadrada 1.30x1.30m,
- Cuadrada 1.20x1.20m,
- Rectangular horizontal 1.20x1.10m,
- Rectangular vertical 1.10x1.20m,
- Rectangular vertical 1.0x1.20m,
- Cuadrada 1.0x1.0
- Semicircular 1.50m diámetro,
- Circular 1.0m diámetro
- Rectangular vertical 0.80x1.0m,
- Rectangular vertical 0.60x1.20m,
- Rectangular horizontal 0.60x0.40m,
- Rectangular vertical 0.40x1.20m,
- Rectangular horizontal 0.60x0.50m,
- Ovalada 0.40x1.0m,
- Cuadrada 0.50x0.50m,
- Triangular 0.60x0.50m,
- Ojo de buey 0.5x0.5m.

**COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR EN VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN LAS ORIENTACIONES PRINCIPALES EN CHILPANCINGO, GRO.**



Gráfica No. 13 Comparación de ganancias de calor de ventanas convencionales y no convencionales, en las principales orientaciones, de la ciudad de Chilpancingo, Gro.

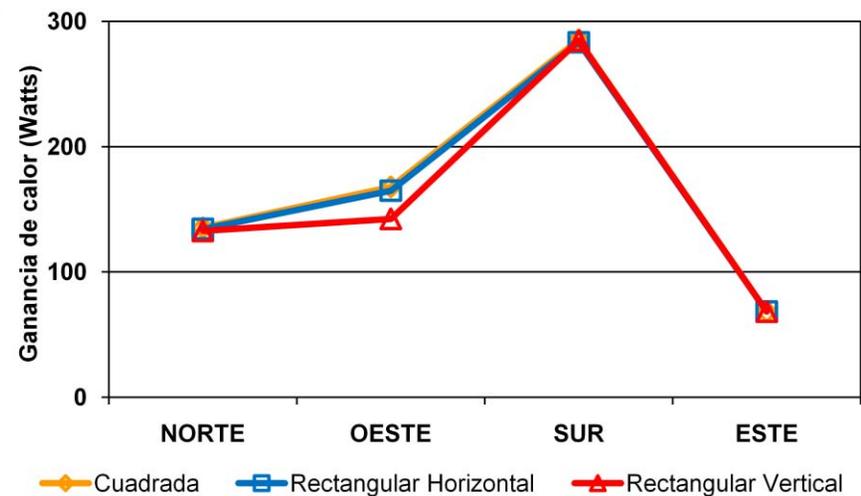
Conforme a la gráfica anterior, resultante de la comparación de las ganancias de calor de las ventanas convencional y no convencional, para lo que es el caso de estudio Chilpancingo, Gro. se va a poder recurrir aquellas ventanas con ganancias térmicas intermedias, de acuerdo a las particularidades que tiene la ciudad por presentar un bioclima templado.

#### 4.5.7. ANÁLISIS TÉRMICO EN LA VIVIENDA TIPO, POR EL USO DE VENTANAS CONVENCIONALES CON MISMA SUPERFICIE

Conforme a los análisis de ganancias de calor realizados anteriormente, también se llevo a cabo para la ciudad de Chilpancingo, que por cada una de las orientaciones principales se realizo un análisis de fachada, resaltando que el punto de referencia de orientación es la fachada principal, además de considerar la ubicación de la ventana en los mismos espacios arquitectónicos en los que se encuentra en el diseño inicial del proyecto, solo se intercambia por un solo tipo de geometría de ventana, es decir, que por cada fachada se coloca la misma geometría, proponiendo un área apropiada que vaya acorde al diseño arquitectónico y a la funcionalidad de cada espacio, por lo que las áreas que se contemplan son las siguientes: para las ventanas de la sala y la cocina se considera un área de ventana de 1m<sup>2</sup>, en las recamaras un área de ventana de 1.44m<sup>2</sup>, por cada una y en el baño un área de 0.36m<sup>2</sup>, para cada una de las principales orientaciones en las cuales se realiza el análisis, estas superficies fueron adecuadas en geometrías de ventana usuales, como son la cuadrada, rectangular horizontal y rectangular vertical, todo esto, con la finalidad de establecer en que orientación cada una de las geometrías, adquiere menor o mayor ganancia de calor y puedan ser utilizadas de manera eficiente.

En la Gráfica No. 14 con la orientación hacia el Norte, de lo cual las geometrías de ventana contiene la misma superficie nada más cambia su geometría, por lo que para la ventana cuadrada consigue mayor ganancia de calor en todas las orientaciones, mientras que para la orientación Norte y Oeste la rectangular vertical presenta menor ganancia de calor y para la orientación Sur se tienen mínimas ganancias de calor con la ventana rectangular horizontal.

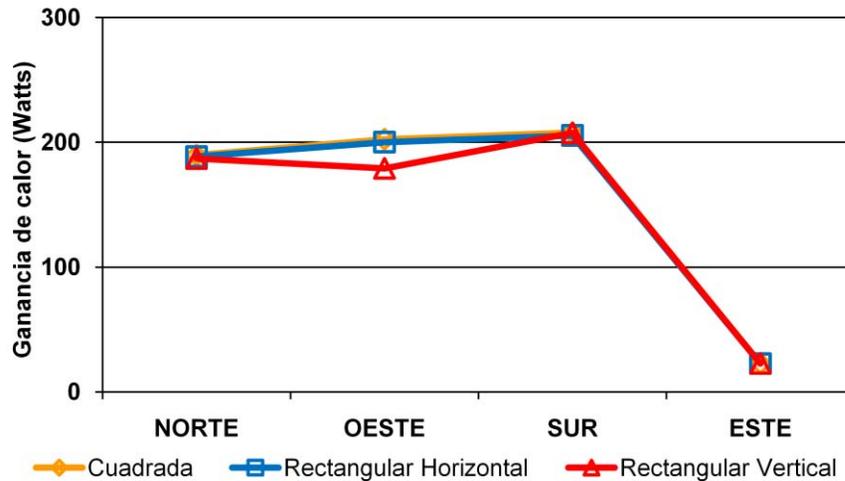
GANANCIAS DE CALOR EN FACHADAS IMPLEMENTANDO VENTANAS CON UNA MISMA SUPERFICIE EN LA VIVIENDA TIPO CON ORIENTACIÓN NORTE



Gráfica No. 14 Ganancias de calor en fachadas implementando ventanas con misma superficie en la vivienda tipo, con orientación Norte.

Realizando el mismo análisis pero ahora emplazando la vivienda tipo hacia el Sur, se adquiere diferentes resultados para cada una de las orientaciones, por lo que para la orientación Norte, la ventana rectangular vertical, es la de menor ganancia de calor, después la rectangular horizontal, y por último la cuadrada, para la fachada Este, se tiene con mínimas ganancias de calor a la rectangular vertical y con máximas a la cuadrada y para la fachada Sur con ganancias altas de calor esta la ventana cuadrada y bajas la rectangular horizontal. (Gráfica No. 15).

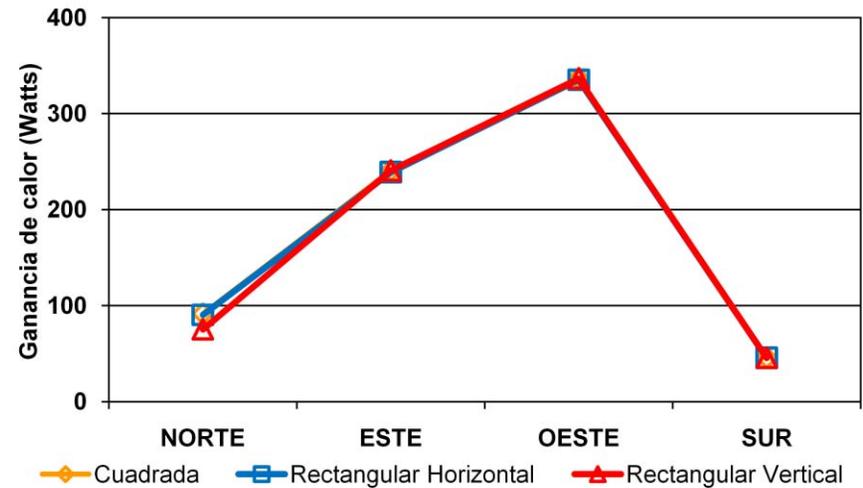
GANANCIAS DE CALOR EN FACHADAS IMPLEMENTANDO VENTANAS CON UNA MISMA SUPERFICIE EN LA VIVIENDA TIPO CON ORIENTACIÓN SUR



Gráfica No. 15 Ganancias de calor en fachadas implementando ventanas con misma superficie en la vivienda tipo, con orientación Sur.

Para cuando la fachada principal es orientada al Este, lo que adquieren cada una de las geometrías de ventana implementadas varía, por lo que en la fachada Norte al utilizar la ventana rectangular vertical obtiene menores ganancias de calor mientras que la cuadrada mayores, para la fachada Este la ventana rectangular horizontal va a tener ganancias de calor mínimas por lo contrario para cuadrada, y en la fachada Oeste con la geometría cuadrada consigue ganancias de calor altas y bajas para la rectangular horizontal (Gráfica No. 16).

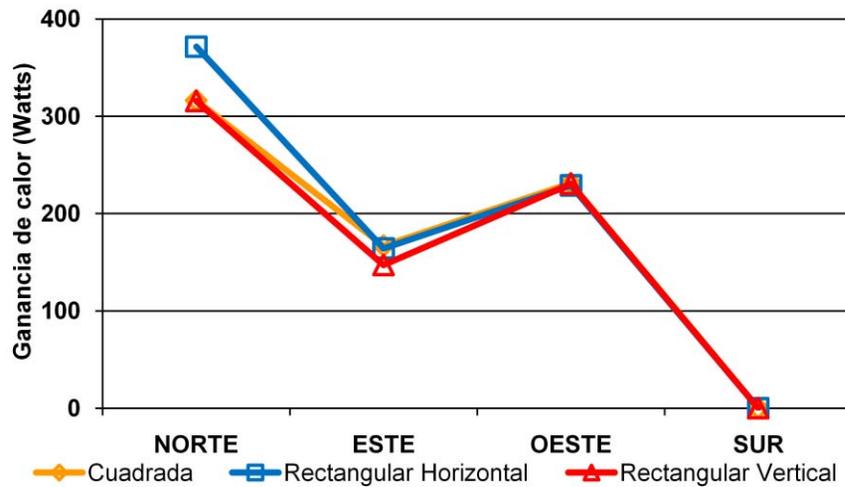
GANANCIAS DE CALOR EN FACHADAS IMPLEMENTANDO VENTANAS CON UNA MISMA SUPERFICIE EN LA VIVIENDA TIPO CON ORIENTACIÓN ESTE



Gráfica No. 16 Ganancias de calor en fachadas implementando ventanas con misma superficie en la vivienda tipo, con orientación Este.

En la gráfica No. 17 se hace el análisis térmico por fachada de la vivienda tipo cuando la fachada principal es orientada al Oeste, por lo que mediante la implementación de las geometrías de ventana consideradas en la orientación Este, la rectangular vertical adquiere menores ganancias de calor y mayores en la rectangular horizontal, para la orientación Sur, la ventana rectangular vertical también adquiere ganancias de calor bajas contrario a la ventana cuadrada, en la Oeste, la rectangular horizontal es la que menor ganancia de calor presenta y la mayor la ventana cuadrada.

GANANCIAS DE CALOR EN FACHADAS IMPLEMENTANDO VENTANAS CON MISMA SUPERFICIE EN LA VIVIENDA TIPO CON ORIENTACIÓN OESTE



Gráfica No. 17 Ganancias de calor en fachadas implementando ventanas con misma superficie en la vivienda tipo, con orientación Oeste.

Del análisis presentado, se dan las recomendaciones generales para la utilización apropiada de las geometrías de ventana más usadas en las viviendas, cabe resaltar que el lugar tomado para hacer el análisis es un clima templado por lo tanto los resultados se darán en función de este tipo de climas, conforme a que necesitan las geometrías de ventana que hayan obtenido ganancias de calor intermedias (Tabla No. 13).

Por lo tanto cuando la vivienda está emplazada al Norte, para la fachada Norte y Oeste la ventana optima es la rectangular horizontal y para la orientación Sur la rectangular vertical.

Cuando la vivienda tipo se encuentra localizada hacia el Sur, en lo que es dos de las fachadas de la vivienda, Este y Sur requerirá la ventana rectangular vertical y en la Norte la rectangular horizontal.

Para la orientación Este, va a ser diferentes para cada una de las fachadas, en donde la fachada Norte necesitara de una ventana rectangular horizontal y en la orientación Este y Oeste una ventana rectangular vertical.

Y para la orientación restante la Oeste hacia la cual se ubica la fachada principal, se considera que la ventana rectangular vertical es la adecuada para esta misma fachada, para la Este es la cuadrada y por ultimo para la orientación Sur la rectangular horizontal.

Cabe mencionar que para cada una de las orientaciones nada más se mencione la localización apropiada de geometría de ventana para tres fachadas, conforme a que la cuarta fachada se refiere a la colindante en la cual no se encuentran ventanas.

RECOMENDACIONES ÓPTIMAS DE GEOMETRÍAS DE VENTANA CONVENCIONALES CON MISMA SUPERFICIE POR FACHADAS DE LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.												
ORIENTACIÓN DE FACHADA PRINCIPAL	FACHADAS											
	NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
	Cuad.	Rect. Horiz.	Rect. Vert.	Cuad.	Rect. Horiz.	Rect. Vert.	Cuad.	Rect. Horiz.	Rect. Vert.	Cuad.	Rect. Horiz.	Rect. Vert.
NORTE												
SUR												
ESTE												
OESTE												
		Geometría de ventana optima, rect. horiz.				Geometría de ventana optima, rect. vert.				Geometría de ventana optima, cuadrada		

Tabla No. 13 Recomendaciones optimas de ventanas convencionales con misma superficie, para fachadas de la vivienda tipo, en la ciudad de Chilpancingo, Gro.

#### 4.6. CUANTIFICACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CO<sub>2</sub>

Se realiza la cuantificación de la energía eléctrica que se consume al año en la vivienda tipo que se contempla en esta tesis en las orientaciones principales, así como el CO<sub>2</sub> resultado de la producción de esta, si utiliza un sistema de climatización de aire acondicionado. El análisis se realiza considerando el lugar del caso de estudio la ciudad de Chilpancingo, Gro., en el cual se presenta un bioclima templado.

Para llevar a cabo la cuantificación se tomo en cuenta el diseño arquitectónico inicial de la vivienda tipo para saber cuál es el consumo energético que llega a tener, como punto de referencia, para poder compararlo con el diseño arquitectónico utilizando una ventana optima.

Conforme a que la evaluación se lleva a cabo en un bioclima templado, se selecciono una ventana óptima resultante del análisis de las ganancias de calor anterior, optando por la ventana rectangular vertical de 0.80x1.0m.

Realizando el análisis de las ganancias térmicas con el diseño inicial de la vivienda, *el procedimiento para obtener el consumo de energía eléctrica y CO<sub>2</sub>*<sup>30</sup> es el siguiente: se relaciona el excedente de calor con las toneladas de refrigeración que se requieren para retirar el calor, para posteriormente convertir las toneladas en Btu/h, mediante la relación de:

$$3.5\text{kW térmicos} = 1 \text{ tonelada de refrigeración} = 12,000 \text{ Btu/h}$$

<sup>30</sup> Andrade Alfonso, Morillón David. Diagnostico del comportamiento térmico, energético y ambiental de la vivienda de interés social en México: una retrospectiva y prospectiva (2001-2012). Pág. 62-65

Por lo que para el diseño inicial de la vivienda el calor sobrante va de 0.789 kW térmicos cuando es analizado en la orientación Sur que es en la que se da un meno excedente de calor hasta 0.952 kW térmicos en la orientación Este con mayor calor excedente. Por lo que con la relación descrita se obtienen las toneladas de refrigeración en Btu/h que son equivalentes a los kW térmicos. Siendo para la orientación Sur 2705.67 Btu/h y para la orientación Este 3267.05 Btu/h.

La potencia eléctrica consumida entre la capacidad de refrigeración no existe una relación definida, se recurre a las especificaciones técnicas de los fabricantes para conocer el consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado. El equipo de aire acondicionado que se considera en este análisis presenta: 14,660 Btu/h = 0.84kW eléctricos.

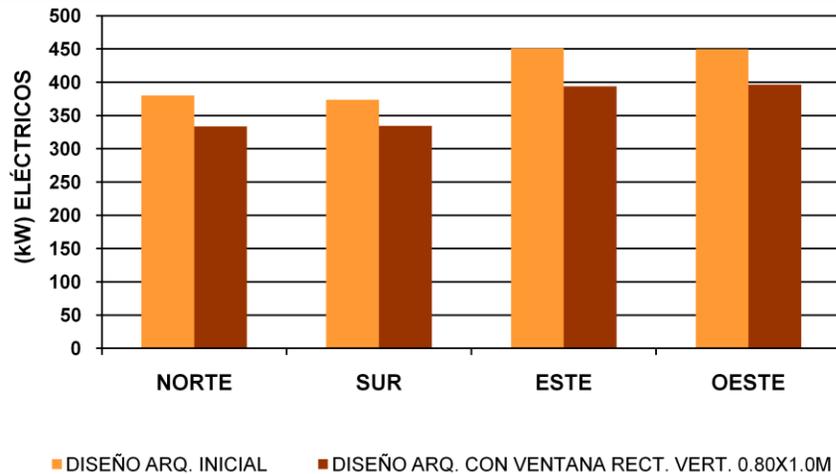
Por lo tanto se tiene 2,705.677 Btu/h en la orientación Sur y 3267.057 Btu/h en la orientación Este, por lo que aplicando la equivalencia del equipo considerado se tiene un consumo de energía eléctrica en la orientación Sur de 0.155 kWh eléctricos y en la orientación Este 0.187kWh.

Conforme a que los sistemas de aire acondicionado se utilizaran solo unas horas del día, mientras se da el excedente de calor. Por lo que con el diagrama de isorrequerimientos figura No. 11 presentado en este capítulo, se presenta el promedio de horas por mes en el que existe calor y a través de esta información se obtiene el promedio de horas por año. Por lo que para el diseño inicial se tiene un promedio de horas al año de

2409 horas de calor, lo que el consumo promedio al año en el diseño inicial de la vivienda será de 373.742 kWh eléctricos por año en la orientación Sur y en la Oeste de 450.96 kWh eléctricos por año.

Este mismo procedimiento es aplicado para cada una de las orientaciones principales y en el diseño arquitectónico de la vivienda tipo aplicando una ventana óptima, de lo cual se pueden observar los resultados con mayor claridad de los dos tipos de diseños en las siguientes gráficas.

**ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA AL AÑO (kW ELÉCTRICOS) EN LA VIVIENDA TIPO CON BIOCLIMA TEMPLADO, CHILPANCINGO, GRO.**



Gráfica No. 18 Energía eléctrica consumida al año (kW eléctricos) en el diseño arquitectónico inicial de la vivienda tipo y en el diseño arquitectónico de la vivienda tipo utilizando la ventana optima, para un bioclima templado.

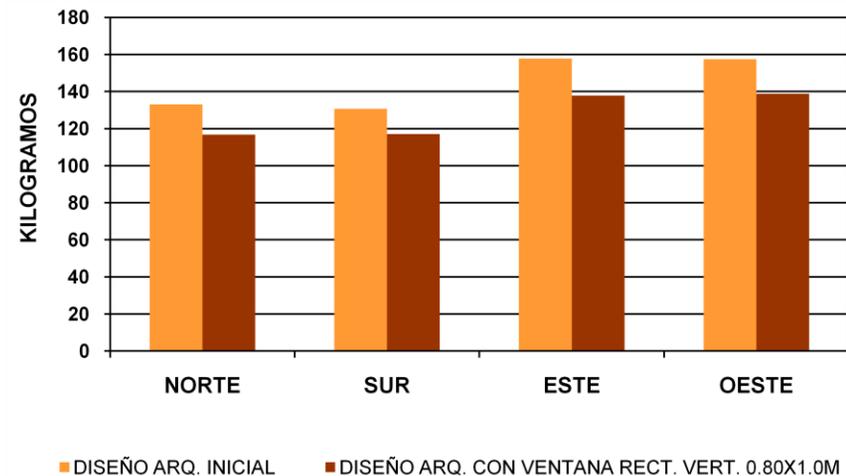
De acuerdo a los resultados presentados en la gráfica No. 18 el diseño arquitectónico inicial tiende a consumir mayor energía eléctrica a diferencia del diseño arquitectónico que utiliza una ventana óptima para el bioclima templado.

El consumo de energía eléctrica de ambos diseños es generada a través de combustibles fósiles, los cuales emiten contaminantes como el CO2. Por lo tanto para conocer la cantidad de CO2 que es emitido se considero el índice utilizado por la CONAE el cual es:

0.350kg de CO2 – por cada kWh eléctrico

Aplicando el índice para determinar la emisión de CO2 de ambos diseños de la vivienda se presentan en la gráfica No. 19.

**KILOGRAMOS DE CO2 EMITIDOS AL AÑO EN LA VIVIENDA TIPO CON BIOCLIMA TEMPLADO, CHILPANCINGO, GRO.**



Gráfica No. 19 Kilogramos de CO2 emitidos al año, producto de la energía

eléctrica consumida en el diseño arquitectónico inicial de la vivienda tipo y en el diseño arquitectónico de la vivienda tipo utilizando la ventana optima, para un bioclima templado.

De acuerdo a la gráfica resultante de CO2 emitido, va a ser proporcional al consumo de energía eléctrica, es decir que de acuerdo al ejemplo desarrollado el diseño arquitectónico inicial de la vivienda tipo emite mayor CO2, en comparación de la vivienda en donde se implementa la ventana óptima.

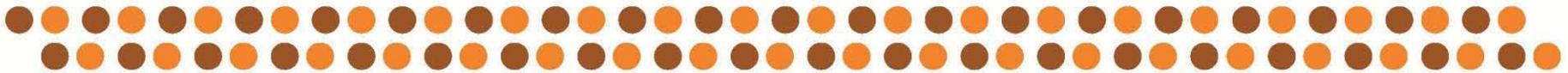
Con la cuantificación de energía eléctrica y CO2 desarrollada se puede constatar que mediante las recomendaciones que se brindan hacia el adecuado diseño y orientación de la ventana se puede disminuir el uso de sistemas de climatización, por lo que se tendrá un ahorro de energía eléctrica, además de contribuir en un adecuado confort para el usuario.

El desarrollo de este capítulo basado en conocer la aplicación de cada una de las metodologías contempladas en este trabajo, se obtuvo para la ciudad de Chilpancingo, la evaluación y delimitación de las condiciones de confort higrotérmico referente a frío, calor y confort que se presenta en las 24 horas en los diferentes meses del año, de tal manera de conocer las estrategias de climatización para dicho lugar, además se obtuvo el orden de la mejor hasta la orientación menos optima para el emplazamiento de edificaciones, conjuntamente se obtuvo el comportamiento térmico que tenía una vivienda tipo al variar las dimensiones de ventana, para poder conseguir las recomendaciones de diseño adecuadas al lugar de estudio, para finalmente realizar una evaluación en la vivienda tipo con el diseño arquitectónico inicial y el diseño arquitectónico con una ventana optima de la energía eléctrica

consumida y el CO2 emitido por su producción, utilizando un sistema de climatización de aire acondicionado.

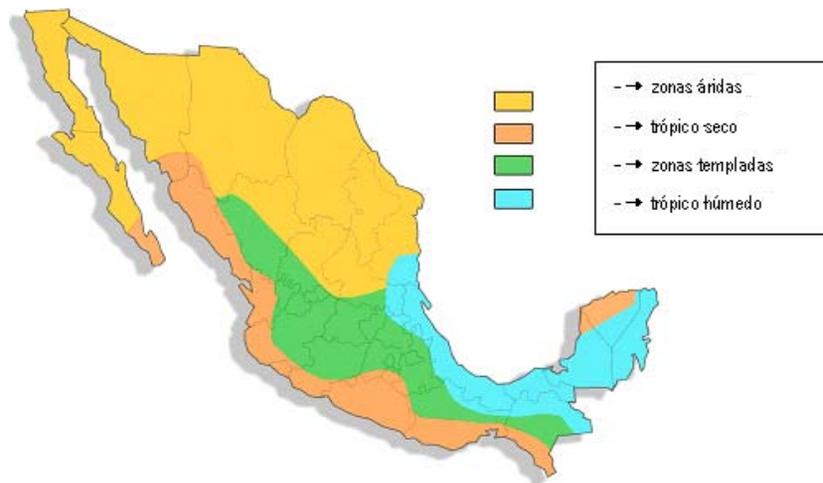
# CAPITULO 5

## Resultados: Análisis térmico de la ventana en los diversos bioclimas de México



## 5. RESULTADOS: ANÁLISIS TÉRMICO DE LA VENTANA EN LOS DIVERSOS BIOCLIMAS DE MÉXICO

En México existen 4 zonas climáticas, las cuales se subdividen en bioclimas, (Fig. No. 42).



Fuente: Morillón. Atlas del bioclima de México

Fig. No. 42 Regiones climáticas de la República Mexicana<sup>31</sup>

Dentro de estas zonas climáticas se dividen en los siguientes bioclimas:

- **Zonas áridas:** Cálido seco y Cálido seco extremo

- **Trópico seco:** Cálido semihúmedo
- **Zonas templadas:** Semifrío seco, semifrío, semifrío húmedo, Templado seco, Templado, Templado húmedo.
- **Trópico húmedo:** Cálido húmedo

Se identificó tres tipos de bioclimas: semifrío, templado y cálido, de los que resultan, en función de la humedad del ambiente, en seco, semihúmedo y húmedo.

Las características de cada bioclima<sup>32</sup> de King 1994 y Morillón 2004 y 2005, serán descritas en cada apartado concerniente al bioclima.

- Bioclima cálido seco
- Bioclima cálido seco extremo
- Bioclima cálido semihúmedo
- Bioclima cálido húmedo
- Bioclima templado húmedo
- Bioclima templado
- Bioclima templado seco
- Bioclima semifrío seco
- Bioclima semifrío
- Bioclima semifrío húmedo

<sup>31</sup> Morillón Gálvez David, *Atlas del bioclima de México*.

<sup>32</sup> Conafovi. Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda. Pág. 35

## **5.1. BIOCLIMAS DE MÉXICO**

### **5.1.1. BIOCLIMA TEMPLADO**

La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en primavera, la mínima permanece por debajo durante todo el año. Las oscilaciones de temperatura son entre 10 y 18 °C, la precipitación pluvial es de 900mm anuales. La humedad relativa máxima sobrepasa los rangos de confort, la media y mínima se ubican dentro del confort. Los vientos son del norponiente.

En este bioclima se localizan las ciudades de : Guanajuato, Chilpancingo, Guadalajara entre otros.

### **5.1.2. BIOCLIMA TEMPLADO HÚMEDO**

La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en la época de primavera y verano; la mínima por debajo. La oscilación térmica diaria entre 11°C y 13°C. La humedad relativa, media y máxima, por encima de los rangos de confort, con una precipitación pluvial por encima de los 1000 mm anuales.

Esta zona está presente en una parte muy pequeña del territorio nacional. Sin embargo en ella se encuentran localizadas ciudades como: Cuernavaca y Tepic, entre otras.

### **5.1.3. BIOCLIMA TEMPLADO SECO**

De marzo a octubre, por las tardes, la temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort; la mínima está por debajo por las noches y madrugadas de todo el año. La oscilación diaria está entre 13 y 17°C. La precipitación pluvial es de aproximadamente 600 mm anuales y

la humedad relativa máxima está por encima de los rangos de confort de julio a octubre, la media y mínima se ubican dentro de ellos.

En dicho bioclima se localizan las ciudades de Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Saltillo, León, Oaxaca, Tijuana, entre otras.

### **5.1.4. BIOCLIMA SEMIFRÍO SECO**

Sus temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima apenas sobrepasa los rangos en primavera. La oscilación diaria es de alrededor de 13°C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial anual es de alrededor de 500 mm, con una máxima en 24 horas de 50 mm aproximadamente. Los vientos son fríos en invierno y por las noches.

Ciudades en este bioclima: Zacatecas y Tulancingo.

### **5.1.5. BIOCLIMA SEMIFRÍO**

Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima sobre pasa ligeramente los rangos. La oscilación diaria es entre 10 y 15 °C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 900 mm. Los vientos son fríos en invierno y por la noche.

Ciudades en este bioclima: Tlaxcala, Puebla, Morelia, México y Toluca.

#### **5.1.6. BIOCLIMA SEMIFRÍO HÚMEDO**

Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima dentro de los rangos. La oscilación diaria es de 10 a 12 °C. Los rangos de humedad relativa mínima están dentro del confort; la media y máxima se ubican por encima del rango durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 1200 mm por año. Los vientos son fríos en invierno y las noches.

Ciudades en este bioclima: Xalapa.

#### **5.1.7. BIOCLIMA CÁLIDO SECO Y CÁLIDO SECO EXTREMOSO**

Su temperatura media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort, excepto en verano, cuando los sobrepasa; la máxima sobrepasa los rangos, excepto en invierno. La oscilación diaria es entre 10° y 20 °C. La humedad relativa es baja en primavera y permanece dentro de los rangos de confort en periodo de lluvias, con una precipitación pluvial menor a 600 mm anuales. Los vientos dominantes de son calientes en verano y fríos en invierno.

En el bioclima cálido seco se encuentran las ciudades de Monterrey, Culiacán, Gómez Palacio, La Paz Y Torreón.

En el bioclima cálido seco extremo se localizan las ciudades de Mexicali, Cd. Obregón, Hermosillo, Cd. Juárez, Chihuahua.

#### **5.1.8. BIOCLIMA CÁLIDO SEMIHUMEDO**

La temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort, excepto en invierno; la media permanece en los rangos de confort todo el año y la mínima por debajo. La oscilación diaria está entre los 8 y 12 °C durante todo el año. La precipitación anual entre 650 y 1000 mm. La humedad relativa máxima está por encima de los rangos durante todo el año; la media y la mínima se ubica entre los rangos de confort.

En este bioclima se ubican Cd. Victoria, Mazatlán, Colima, Mérida, Tuxtla Gutiérrez, entre otras.

#### **5.1.9. BIOCLIMA CÁLIDO HÚMEDO**

La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500mm anuales. Vientos huracanados, ciclones y nortes.

Ciudades que se ubican en este bioclima son: Campeche, Manzanillo, Tapachula, Acapulco, Cozumel, Cancún, Chetumal, Villahermosa, Tampico, Veracruz, entre otras.

## 5.2. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN LA VIVIENDA TIPO: IMPACTO DE LA ORIENTACIÓN

Al igual que en el capítulo anterior se lleva a cabo el análisis térmico en la misma vivienda de interés social variando la dimensión y geometría de ventana, para saber cuál es su comportamiento térmico con las diferentes ventanas tanto convencionales como no convencionales.

La evaluación del comportamiento térmico fue efectuada para la República Mexicana en donde se consideraron los diferentes bioclimas que se encuentran en el país, tomando como referencia una ciudad significativa, cabe mencionar que en la clasificación de los bioclimas cálidos secos se considero a una ciudad, seleccionado una ciudad del bioclima cálido seco extremoso, por lo que en seguida se especifican cada una de ellas (Tabla No. 14).

BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA MSNM
<b>CÁLIDOS</b>				
Cálido Húmedo	Villahermosa, Tabasco	17° 59' 48" N	92° 55' 42" W	10.0
Cálido Seco Extremoso	Mexicali, Baja California	32° 39' 54" N	115° 27' 21" W	4.0
Cálido Semihúmedo	Colima, Colima	19° 12' 50" N	103° 43' 21" W	433
<b>FRIOS</b>				
Semifrío	Distrito Federa, Mexico	19° 20' 02" N	99° 07' 56" W	2250
Semifrío Húmedo	Jalapa, Veracruz	19° 30' 43" N	96° 54' 14" W	1427
Semifrío Seco	Zacatecas, Zac.	22° 45' 39" N	102° 34' 30" W	2485
<b>TEMPLADOS</b>				
Templado	Chilpancingo, Guerrero	17° 32' 42" N	99° 29' 48" W	1250
Templado Húmedo	Tepic, Nayarit	21° 30' 00"	104° 53' 00" W	920
Templado Seco	San Luis	22° 09' 10" N	100° 58' 38"	1870

	Potosi, SLP		W	
--	-------------	--	---	--

Tabla No. 14 Bioclimas de la Republica Mexicana y ciudades consideradas para evaluación térmica

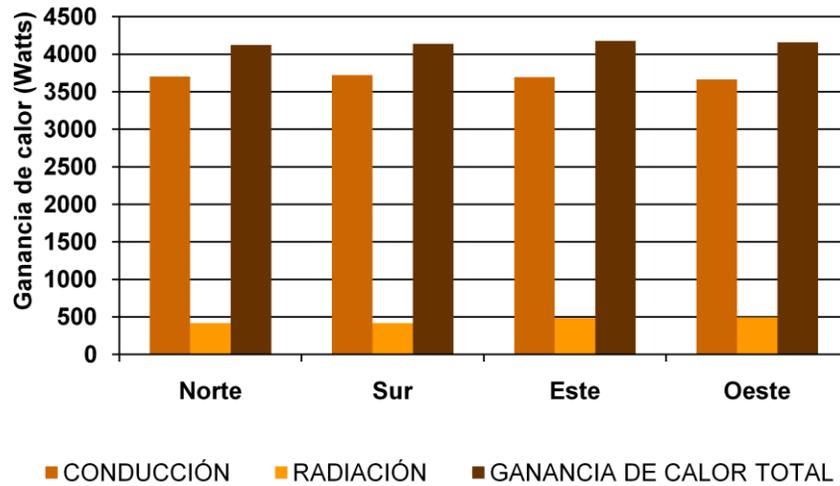
Se evaluó en un primer criterio la vivienda de interés social, emplazada en las principales cuatro orientaciones, en donde se consideran las características iniciales de diseño arquitectónico considerando cada una de las ventanas localizadas en el proyecto, para lo cual se llevo a cabo el cálculo de las ganancias de calor por conducción y radiación de la vivienda en cada una de las ciudades contempladas para cada bioclima, para conocer el impacto que tiene por orientación respecto a ganancias de calor. Por lo que a continuación se presentan los datos obtenidos para cada uno de los lugares evaluados.

### 5.2.1. BIOCLIMAS CÁLIDOS

**Bioclima Cálido Húmedo.** En la gráfica No. 20 se puede apreciar la cantidad de ganancia de calor por conducción y radiación en las diferentes orientaciones, en el bioclima cálido húmedo, tomando a la ciudad de Villahermosa como referencia de este bioclima, de lo que se puede estimar que la orientación Norte es la orientación en la que menor ganancia de calor se obtiene mientras que la orientación Este tiene una mayor ganancia de calor.

orientación Sur es la que menor ganancia de calor obtiene y la orientación Oeste la que mayor ganancia de calor adquiere.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE VILLAHEMOSA EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**



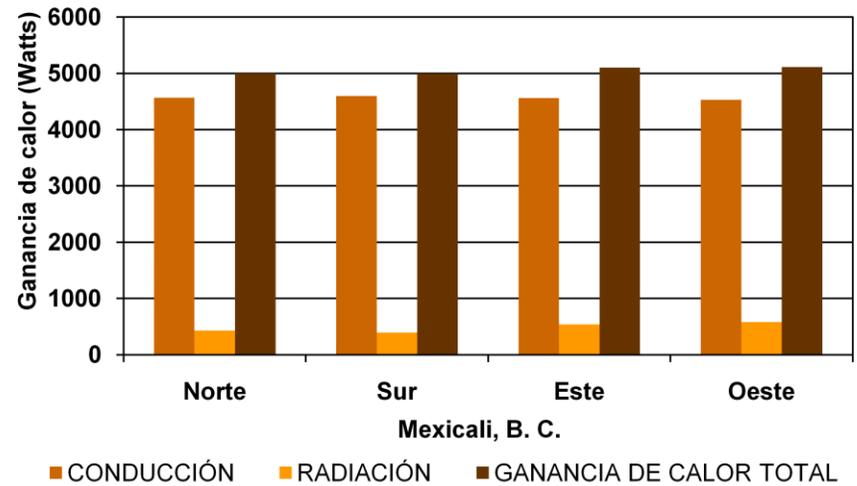
Gráfica No. 20 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Villahermosa, Tabasco

Conforme a las características que se presentan en este bioclima referente a que las temperaturas son mayores a las temperaturas de confort durante todo el año, se plantea que para lugares con este tipo de clima se prevea la orientación en la que la ventana adquiera menor ganancia de calor al interior de la vivienda; conforme a los datos presentados en la evaluación térmica del capítulo anterior, la orientación Norte es la viable para emplazar este tipo de viviendas de interés social.

**Bioclima Cálido Seco y Seco extremo.** En la gráfica No. 21 se presentan los datos obtenidos del cálculo de la ganancia de calor por conducción y radiación del bioclima cálido seco y seco extremo, considerando a la ciudad de Mexicali, de lo que se puede deducir que la

Para las ciudades con este bioclima conforme a las particularidades que puede presentar de acuerdo a sus temperaturas, se tiene que se encuentran por encima de los rangos de confort excepto en invierno, por lo que se requiere la orientación en donde la ventana obtenga menores ganancias de calor que para este caso es la orientación Sur.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE MEXICALI EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**

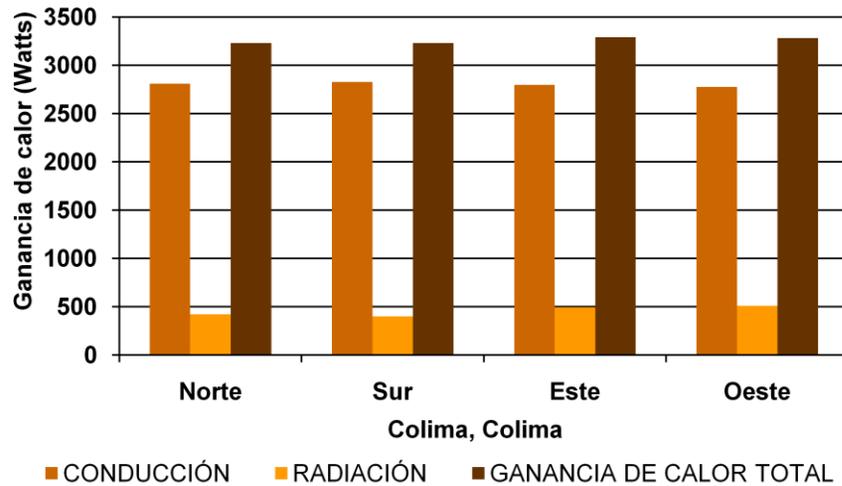


Gráfica No. 21 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Mexicali, Baja California.

**Bioclima Cálido Semihúmedo.** En la gráfica No. 22 se describen los resultados de las ganancias térmicas para el bioclima cálido

semihúmedo, por lo que se puede observar que en la orientación Sur adquiere una menor ganancia de calor y la orientación Norte la que mayor ganancia de calor obtiene.

GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE COLIMA EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES



Gráfica No. 22 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Colima, Colima.

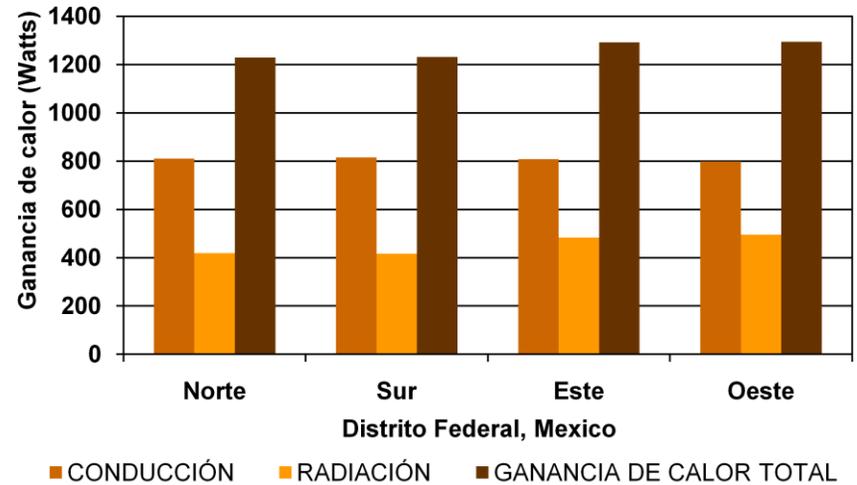
En este tipo de bioclima las temperaturas sobrepasan los rangos de la temperatura de confort, por lo tanto se plantea recurrir a la orientación en donde la ventana adquiera menor ganancia de calor, para lo cual es la orientación Sur.

### 5.2.2. BIOCLIMAS FRÍOS

**Bioclima Semifrío.** En la gráfica No. 23 se muestran las diferentes ganancias de calor obtenidas, por lo que en la orientación Norte

se va a obtener una menor ganancia a diferencia de la orientación Oeste, en la cual se obtienen mayor ganancia térmica.

GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DEL DISTRITO FEDERAL EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES



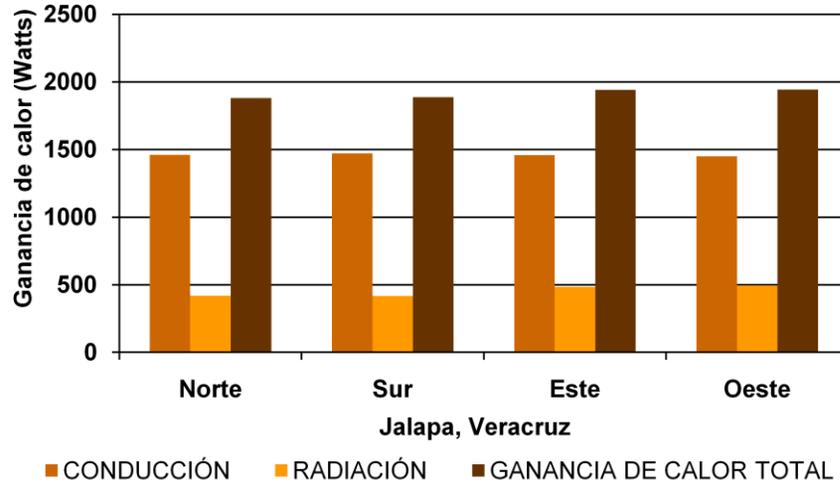
Gráfica No. 23 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Distrito Federal.

Las ciudades que presenten temperaturas por debajo del rango de confort durante la mayor parte del año, requieren implementar ventanas en la orientación en la que obtengan mayores ganancias de calor que para este caso sería primeramente la orientación Oeste, seguida de la Este.

**Bioclima Semifrío Húmedo.** En la gráfica No. 24 se detallan los datos obtenidos de las ganancias de calor para la ciudad de Jalapa, en la cual se manifiestan condiciones de un bioclima semifrío Húmedo, por lo

que para en esta ciudad la orientación Norte adquiere menor ganancia de calor y la orientación Oeste una mayor ganancia de calor.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE JALAPA EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**



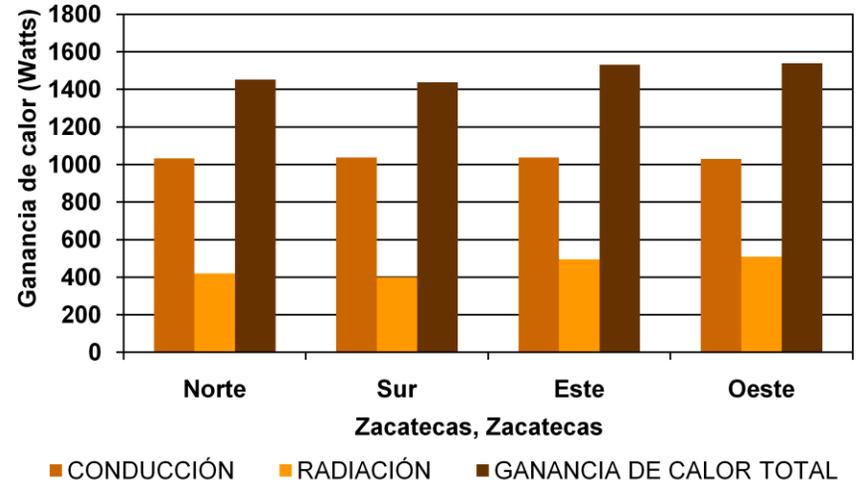
Gráfica No. 24 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Jalapa, Veracruz.

Para este tipo de bioclima conforme a que la temperatura máxima se encuentra en el rango de confort se plantea la orientación en la que la ventana obtenga una ganancia de calor media tendiendo a la orientación que adquiere una mayor ganancia de calor, por lo que conforme a la evaluación térmica realizada se propone la orientación Este.

**Bioclima Semifrío Seco.** En la gráfica No. 25, hace referencia a los resultados obtenidos de la ganancia de calor en el bioclima seco

considerando a la ciudad de Zacatecas, de lo cual la orientación Sur tiene menor ganancia de calor y la orientación Oeste mayor ganancia térmica.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE ZACATECAS EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**



Gráfica No. 25 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Zacatecas, Zacatecas.

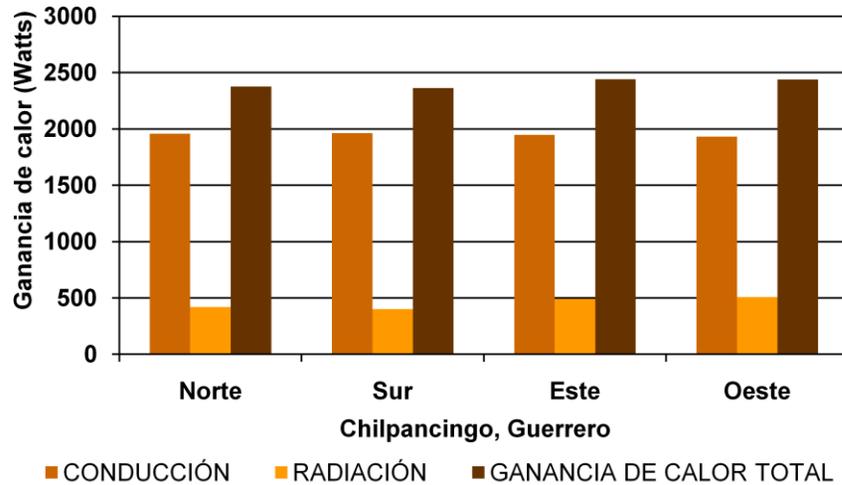
En este tipo de bioclimas las temperaturas se encuentran por debajo de la zona de confort por lo que se requiere la orientación Sur, la cual es donde la ventana obtiene mayores ganancias de calor.

### 5.2.3. BIOCLIMAS TEMPLADOS

**Bioclima Templado.** En la gráfica No. 26 se describen los datos de las ganancias de calor para el bioclima templado, considerando a la ciudad de Chilpancingo como representativa de esta ciudad, adquiriendo

que la orientación Sur es en la se obtiene menores ganancias de calor y la orientación Este mayor ganancia de calor.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE CHILPANCINGO EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**



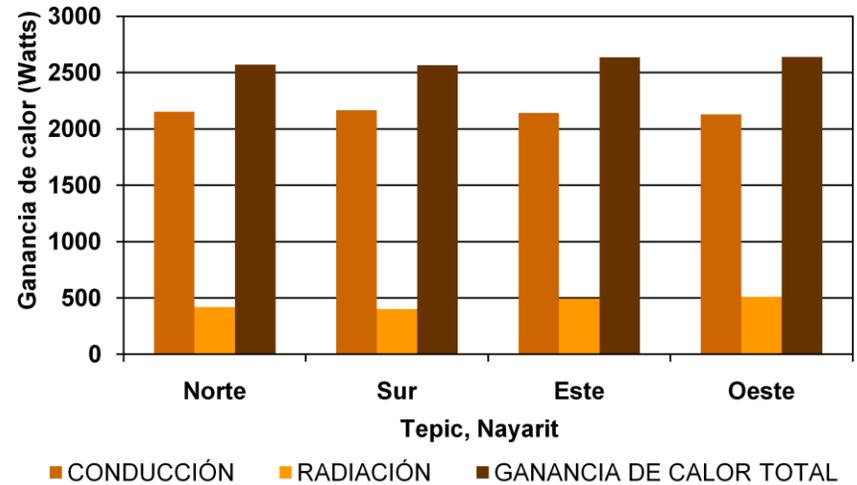
Gráfica No. 26 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Chilpancingo, Guerrero.

Las temperaturas que se manifiestan en lugares con un bioclima templado, por lo general se encuentran dentro de la zona de confort, por lo tanto no se necesita a recurrir a orientaciones en las que se gane una mayor o menor ganancia de calor si no aquella en la cual la geometría de ventana obtenga ganancias de calor media, como es la Oeste o Norte.

**Bioclima Templado Húmedo.** En la gráfica No. 27 se detallan los resultados obtenidos de las ganancias de calor por conducción y radiación para el bioclima templado húmedo tomando como referencia a la ciudad

de Tepic, para lo cual se tiene que la orientación Sur obtiene menores ganancias de calor y la orientación Oeste la que mayor ganancia de calor logra.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE TEPIC EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**

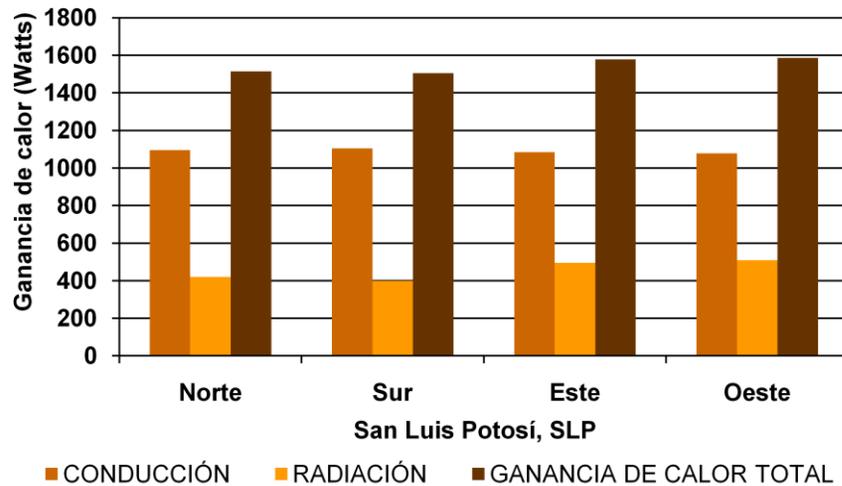


Gráfica No. 27 Ganancia de calor en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, Tepic, Nayarit.

Para los lugares con este tipo de climas necesitan emplear la orientación en la cual la ventana consiga menores ganancias de calor media como lo es la orientación Este, acorde a que las temperaturas llegan a rebasar el límite de la zona de confort.

**Bioclima Templado Seco.** En la gráfica No. 28 se especifican las ganancias térmicas obtenidas en cada una de las orientaciones, de lo que la orientación Sur obtiene menor ganancia de calor y la orientación Oeste mayor ganancia de calor.

**GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA TIPO EN LA CD. DE SAN LUIS POTOSÍ EN LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES**



Gráfica No. 28 Ganancia en la vivienda de interés social, en las orientaciones principales, San Luis Potosí, SLP.

En algunas temporadas las temperaturas de este tipo de bioclima llegan a sobrepasar el rango de la zona de confort por lo que se propone recurrir a orientaciones donde la ventana obtenga ganancias de calor media como lo es la orientación Este.

A través del desarrollo del cálculo térmico de la vivienda tipo en los diferentes bioclimas de México, se determina las recomendaciones óptimas de orientación hacia la que se debe localizar la vivienda, considerando las características particulares de cada bioclima, por lo que se realizan algunos esquemas para su mayor entendimiento (Fig. No. 43-47 y Tabla No. 24).

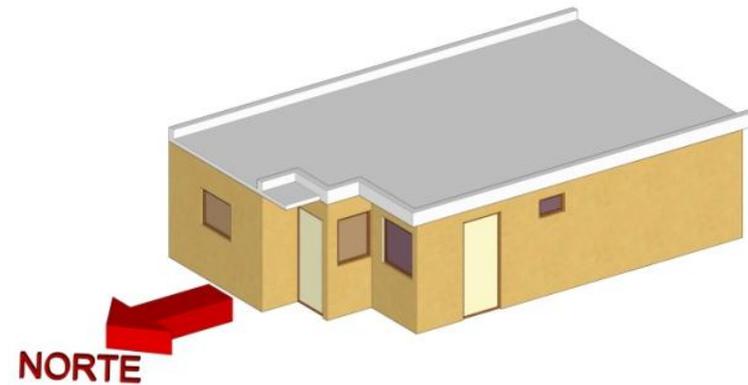


Fig. No. 43 Recomendación de orientación óptima en Bioclima Cálido Húmedo (Villahermosa), es al Norte

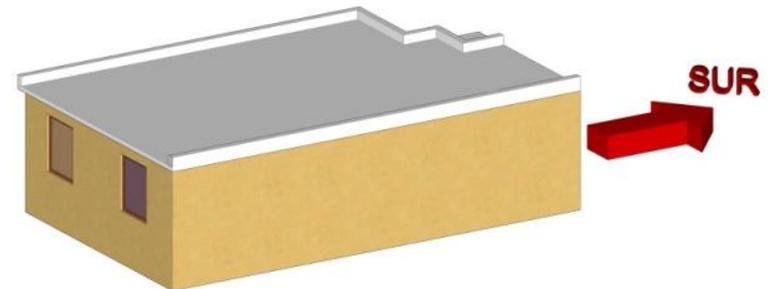


Fig. No. 44 Recomendaciones de orientación óptima en Bioclima Cálido Seco y Semihúmedo (Mexicali, Colima), es al Sur

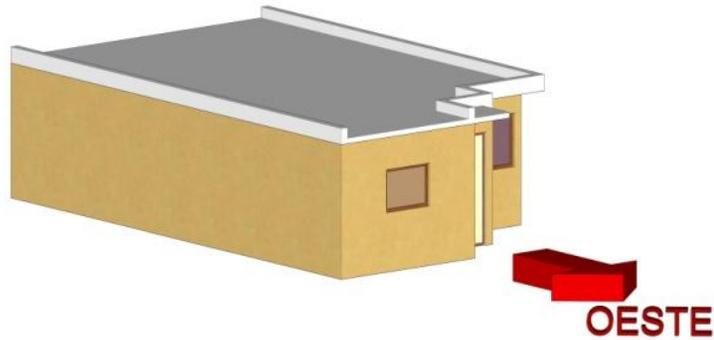


Fig. No. 45 Recomendación de orientación optima en Bioclima Semifrío, Semifrío Húmedo, Semifrío Seco (Distrito Federal, Jalapa, Zacatecas), es al Oeste.

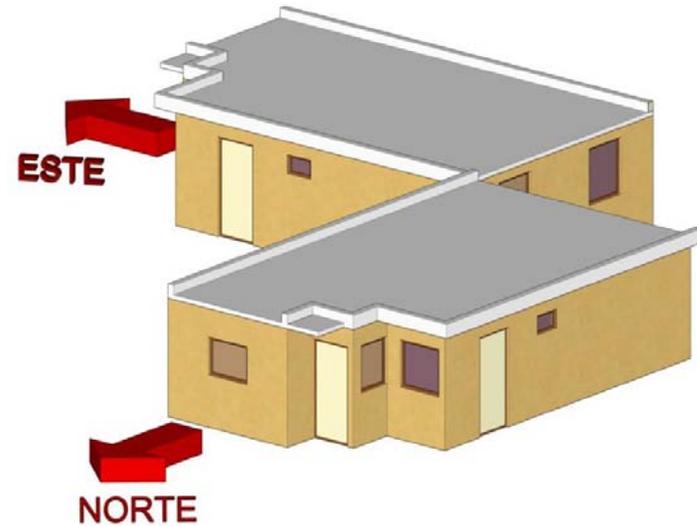


Fig. No. 47 Recomendación de orientación optima en Bioclima Templado Húmedo, Seco (Tepic, San Luis Potosí), es al Norte y Este.

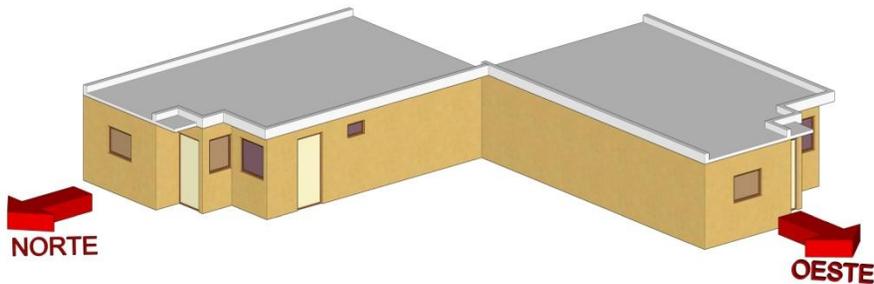
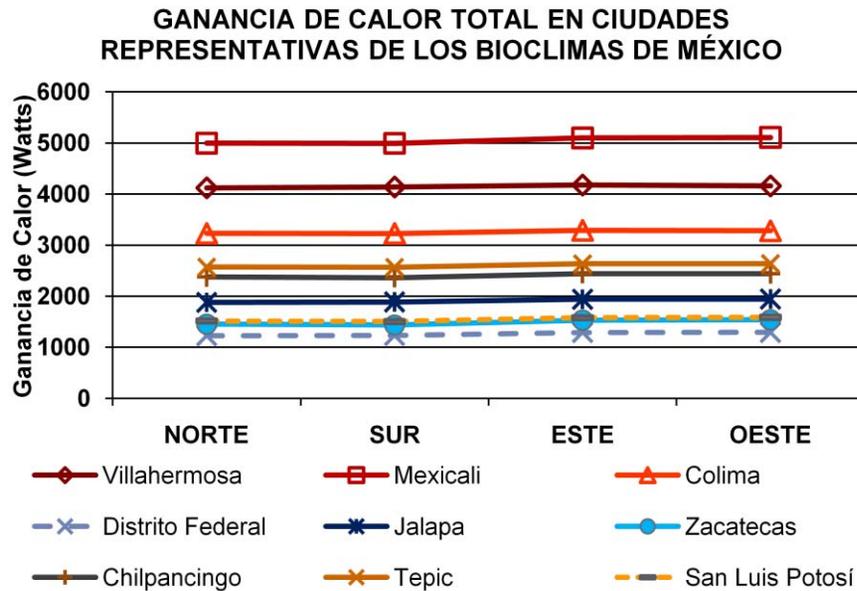


Fig. No. 46 Recomendación de orientación optima en Bioclima Templado (Chilpancingo), es al Norte u Oeste

#### 5.2.4. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS POR ORIENTACIÓN EN LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO

En seguida se hace una comparación de las ganancias de calor obtenida en la vivienda de interés social en cada una de las orientaciones principales para cada uno de los diferentes bioclimas de la Republica Mexicana, en donde se puede apreciar como varía la ganancia térmica de la vivienda si esta fuera realizada en diferentes puntos del país.



Gráfica No. 29 Comparación de las ganancias de calor en la vivienda tipo en las diferentes orientaciones en las ciudades representativas de los Bioclimas de México.

En la gráfica No. 29 se puede analizar las diferentes ganancias de calor que se obtiene en la vivienda de interés social si esta es orientada al norte en los diferentes bioclimas de México, teniendo que para esta orientación en el bioclima cálido seco específicamente la ciudad de Mexicali presenta la mayor ganancia de calor a diferencia del bioclima frío en el que se contempló al Distrito Federal, además de observar una tendencia que para los climas cálidos es donde se obtiene mayores ganancias de calor, en los templados media y en los fríos menores ganancias térmicas.

También se observan los resultados de la ganancia de calor en la vivienda cuando esta es emplazada al Sur, por lo que la tendencia es muy similar.

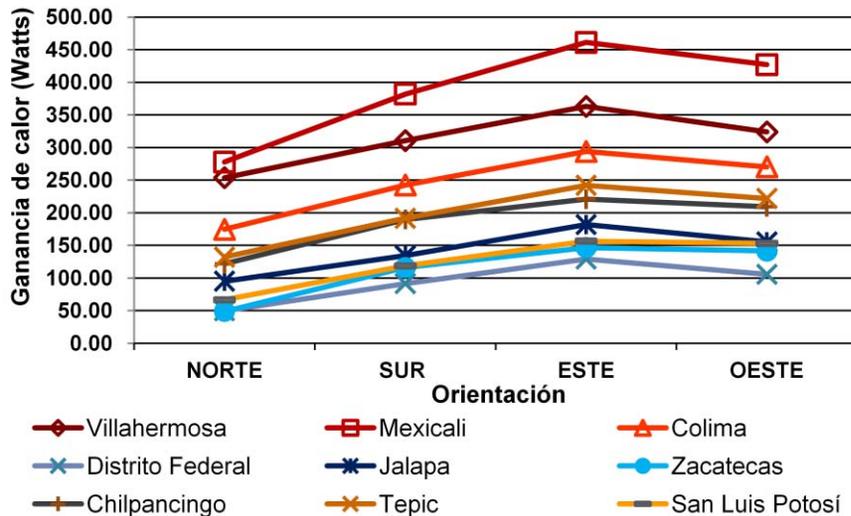
En las orientaciones restantes se puede apreciar que se observan características análogas, destacando que en el bioclima templado seco se encuentra con menores ganancias de calor a diferencia del bioclima semifrío húmedo.

Conforme a los datos analizados anteriormente se puede apreciar que la vivienda tipo, analizada en las principales orientaciones en los diferentes bioclima de México, lleva una predisposición similar en las ganancias térmicas, teniendo variaciones significativas entre cada uno de ellos, lo cual hace constatar que la orientación hacia la cual se localice la edificación es un aspecto importante a considerar porque en función de ella se podrá adquirir ganancias térmicas como se desee, por lo tanto en el momento de trasladar una vivienda de un lugar a otro sin tomar en cuenta las condiciones climáticas de cada lugar es una acción errónea que se ha ido efectuando en distintos sitios del país con el afán de proveer de vivienda al humano, olvidando por completo las condiciones de comodidad para este.

### 5.3. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS POR FACHADA EN LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO

Se llevo a cabo el análisis de las ganancias de calor por cada una de las fachadas de la vivienda tipo, considerando solo el calor que se obtiene en la fachada que está expuesta hacia la orientación que se está estudiando, además de realizar la comparación entre las cuatro orientaciones principales, para las ciudades representativas de cada bioclima, de tal manera de contrastar los resultados de una misma fachada en cada orientación lo cual se puede observar en las siguientes graficas.

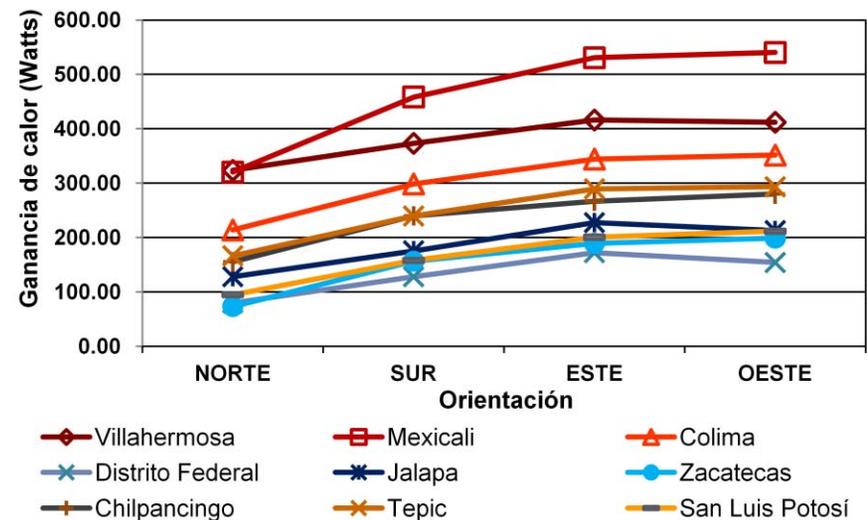
**GANANCIA DE CALOR EN FACHADAS PRINCIPALES DE LA VIVIENDA TIPO EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**



Gráfica No. 30 Comparación de ganancias de calor en fachadas principales de la vivienda tipo, en las orientaciones principales, en las ciudades representativas de los Bioclimas de México.

Los datos arrojados del análisis térmico de la fachada principal de la vivienda tipo (Grafica No. 30) tienen diferencias en la tendencia de calor que se obtiene en la grafica de las ganancias de calor total que adquiere la vivienda, conforme a que la fachada principal en las ciudades distintas por cada bioclima la orientación Este consigue mayores ganancias de calor y en la orientación Norte menores.

**GANANCIA DE CALOR EN FACHADAS DE RECAMARAS DE LA VIVIENDA TIPO EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**

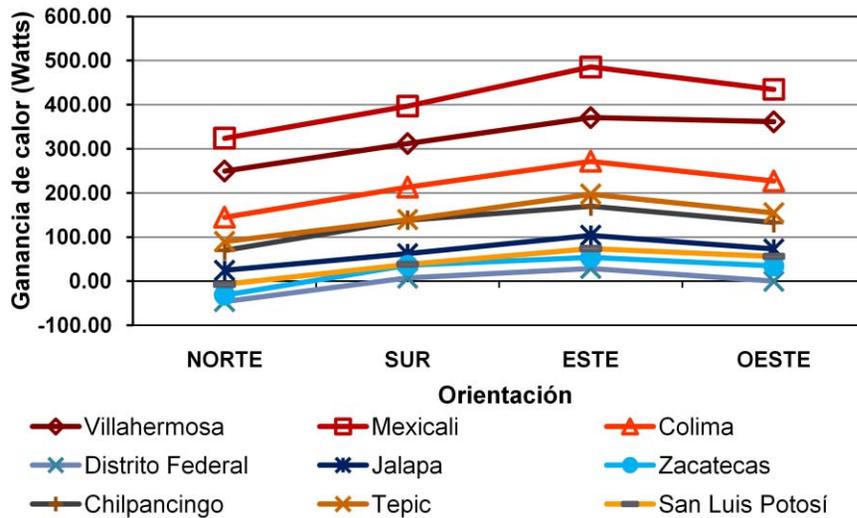


Gráfica No. 31 Comparación de ganancias de calor en fachadas de recamaras de la vivienda tipo, en las orientaciones principales, en las ciudades representativas de los Bioclimas de México.

En la gráfica No. 31 se presentan los datos de la ganancia de calor por conducción y radiación en obtenidos en la fachada de las recamaras, por lo que para orientación Este en la mayoría de las ciudades tipo se obtienen mayores ganancias de calor a diferencia de Villahermosa,

Jalapa y Distrito federal que la obtienen en la Oeste y las menores ganancias de calor en la Norte.

**GANANCIA DE CALOR EN FACHADAS DE BAÑOS DE LA VIVIENDA TIPO EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**



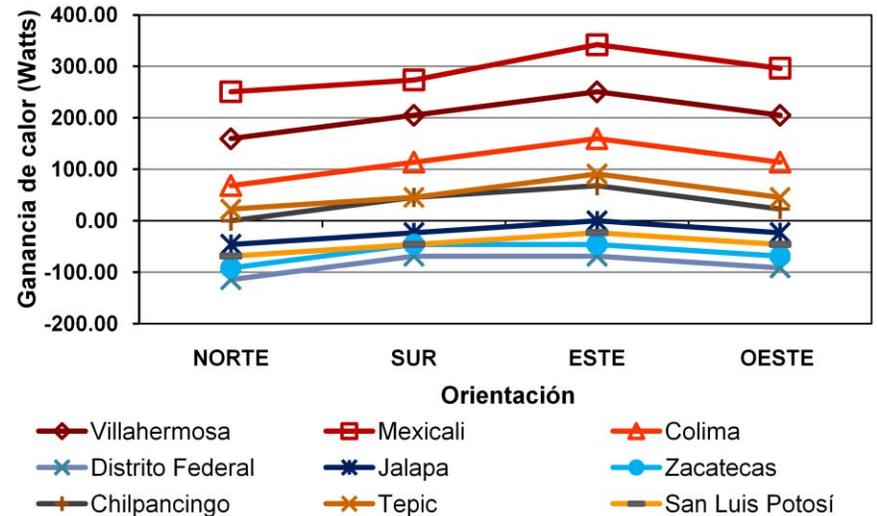
Gráfica No. 32 Comparación de ganancias de calor en fachadas de baños, en la vivienda tipo, en las orientaciones principales, en las ciudades representativas de los Bioclimas de México.

En las ganancias de calor adquiridas en la fachada donde se localizado el baño (Gráfica No. 32), se tiene que la orientación Norte en los distintos bioclimas de México consigue menores ganancias de calor mientras que las ganancias más altas es en la orientación Este.

Para la fachada colindante muestra el mismo comportamiento que en las graficas anteriores teniendo que la orientación Este en los

diferentes bioclimas de México se manifiestan las ganancias de calor mayores seguida de la orientación Oeste, después la orientación Sur y por último la orientación Norte con las ganancias de calor mínimas (Gráfica No. 33).

**GANANCIA DE CALOR EN FACHADAS COLINDANTES DE LA VIVIENDA TIPO EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**



Gráfica No. 33 Comparación de ganancias de calor en fachadas colindantes, en la vivienda tipo, en las orientaciones principales, en las ciudades representativas de los Bioclimas de México.

De acuerdo a las gráficas presentadas en conjunto con las características de cada bioclima se podrá saber hacia que orientación conviene localizar cada una de las fachadas (Tabla No.25).

**Bioclimas Cálidos.** Para cualquiera de las fachadas conforme a las gráficas presentadas anteriormente cuando se orientan al Norte adquieren ganancias de calor mínimas, lo cual es ideal para este tipo de bioclimas.

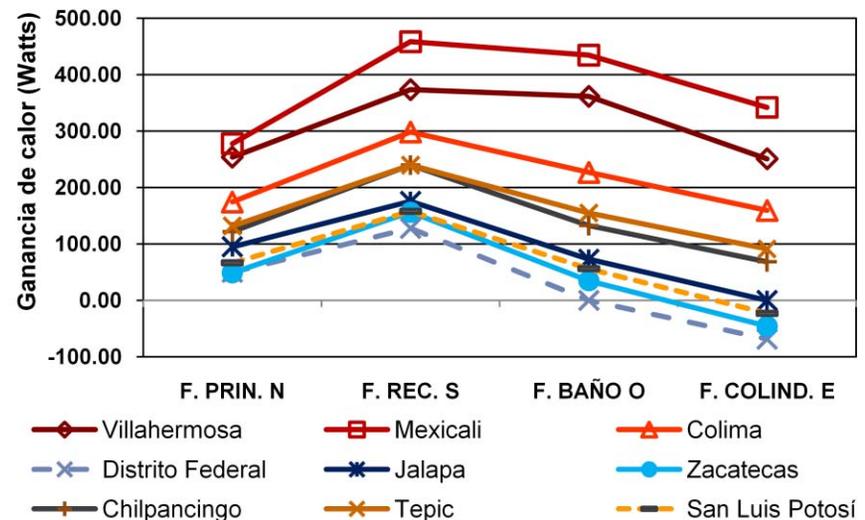
**Bioclimas Fríos.** En este tipo de bioclimas se debe buscar que las fachadas obtengan las mayores ganancias de calor, por lo que en el análisis térmico efectuado se tiene que para la fachada principal, la fachada del baño y la fachada colindante la ganancia térmica alta en comparación con cada una de las orientaciones principales se da en el Este, siendo diferente para la fachada de las recamaras que es en la Oeste.

**Bioclimas Templados.** Para este apartado las fachadas pueden tener elección de localización, por utilizar las ganancias de calor medias, en donde la fachada principal, fachada del baño y la fachada colindante lo conseguirán hacia la orientación Sur u Oeste y para la fachada de la recamara en el Sur y Este.

Conjunto a la información anterior se realizó otra comparación de las ganancias de calor pero ahora comparando entre si las fachadas de la vivienda tipo, cuando esta es orientada en las principales orientaciones, en las distintas ciudades tomados por cada bioclima, es decir se compara la fachada principal con la fachada de las recamaras, la fachada del baño y la fachada colindante, asumiendo que la fachada de referencia para orientar la vivienda es la fachada principal, con la finalidad de conocer la fachada que adquiere mayor y menor ganancia de calor (Tabla No. 26).

En la vivienda tipo tomada para este análisis, en donde la fachada principal es orientada al Norte (Gráfica No. 34), en dicha fachada se logran las ganancias de calor mínimas, mientras que para la fachada de las recamaras, en donde su orientación es hacia el Sur, consigue mayores ganancias de calor, por lo que para la fachada del baño y la colindante logran ganancias de calor intermedias.

**GANANCIA DE CALOR ENTRE FACHADAS, EN ORIENTACIÓN NORTE EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**

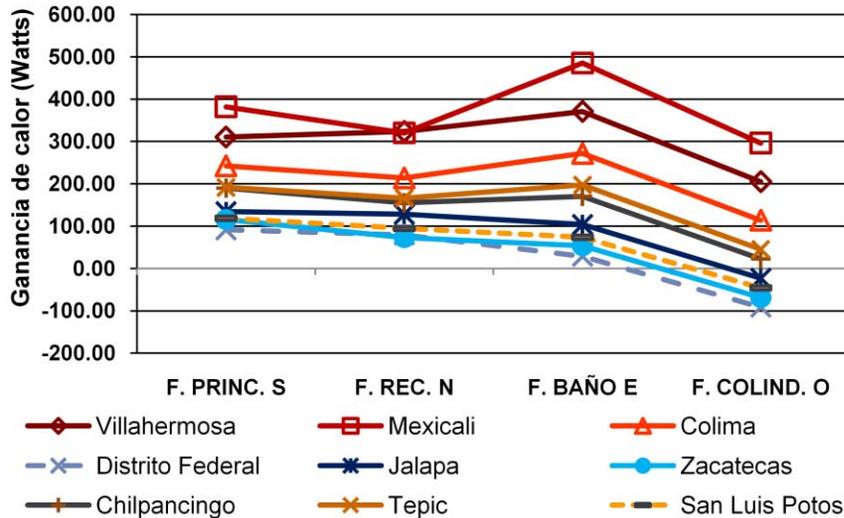


Gráfica No. 34 Comparación de ganancias de calor entre fachadas de la vivienda tipo con orientación Norte, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

En la orientación Sur hacia la cual es orientada la fachada principal, en donde la fachada de las recamaras queda situada en la orientación Norte, ambas consiguen ganancias de calor intermedias, mientras que para la fachada del baño tiene las más altas ganancias de

calor a diferencia de la fachada colindante que adquiere las menores (Gráfica No. 35).

**GANANCIA DE CALOR ENTRE FACHADAS, EN ORIENTACIÓN SUR EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**

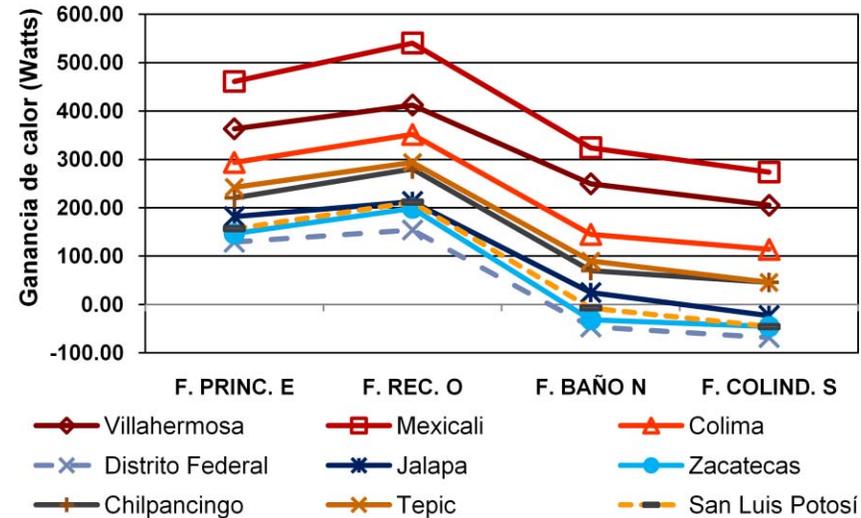


Gráfica No. 35 Comparación de ganancias de calor entre fachadas de la vivienda tipo con orientación Sur, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

En la Gráfica No. 36 se muestran los datos arrojados del análisis de las ganancias de calor por conducción y radiación en donde se posiciona a la fachada principal al Este, de lo cual adquiere ganancias de calor intermedias al igual que en la fachada del baño la cual se sitúa sobre la orientación Norte, en la fachada de las recamaras ubicada hacia la orientación Oeste logra las mayores ganancias de calor lo contrario para la fachada colindante, la cual está localizada al Sur.

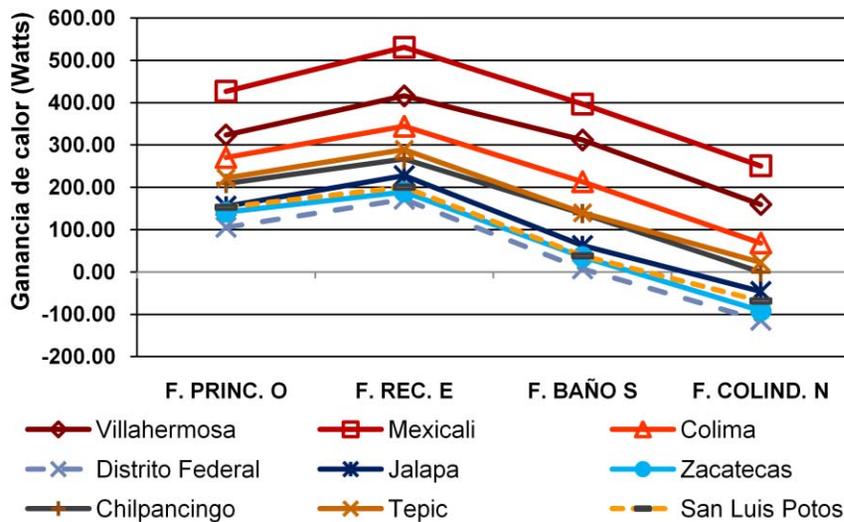
Para cuando la fachada principal tiene de referencia la orientación Oeste, y la fachada del baño la orientación Sur van a alcanzar las ganancias de calor intermedias mientras que la fachada localizada al Este, que para este caso es la fachada de las recamaras logra las mayores cantidades de calor a diferencia de la fachada colindante (Gráfica No. 37).

**GANANCIA DE CALOR ENTRE FACHADAS, EN ORIENTACIÓN ESTE EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**



Gráfica No. 36 Comparación de ganancias de calor entre fachadas de la vivienda tipo con orientación Este, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

**GANANCIA DE CALOR ENTRE FACHADAS, EN ORIENTACIÓN OESTE  
EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**



Gráfica No. 37 Comparación de ganancias de calor entre fachadas de la vivienda tipo con orientación Oeste, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

Cuando se compara las cuatro fachadas de la vivienda tipo, cuando la fachada principal es orientada al Norte, conforme a lo obtenido anteriormente que es la orientación ideal para bioclimas cálidos, se tiene que de la comparación de fachadas, la de las recamaras es la que consigue las máximas ganancias de calor.

Para la orientación Sur en donde la fachada principal está ubicada hacia este punto cardinal, la cual es el punto cardinal apropiado para los bioclimas templados, las fachadas correctamente ubicadas por lograr ganancias térmicas medias son, la fachada principal y la fachada de las recamaras.

En la orientación Este ideal para bioclimas fríos o templados, refiriéndose a los primeros la fachada correcta es aquella que en dicha orientación obtenga ganancias altas como la fachada de las recamaras, y para los segundos climas va ser la que tenga ganancias de calor intermedias tal y como la fachada principal y la fachada del baño.

Por último la orientación Oeste, la cual se necesita para bioclimas fríos y templados, mediante el estudio térmico efectuado por fachadas, para lo que es la fachada de las recamaras está situada apropiadamente para los climas fríos, por alcanzar ganancias de calor altas y para los climas templados, la fachada principal y la del baño.

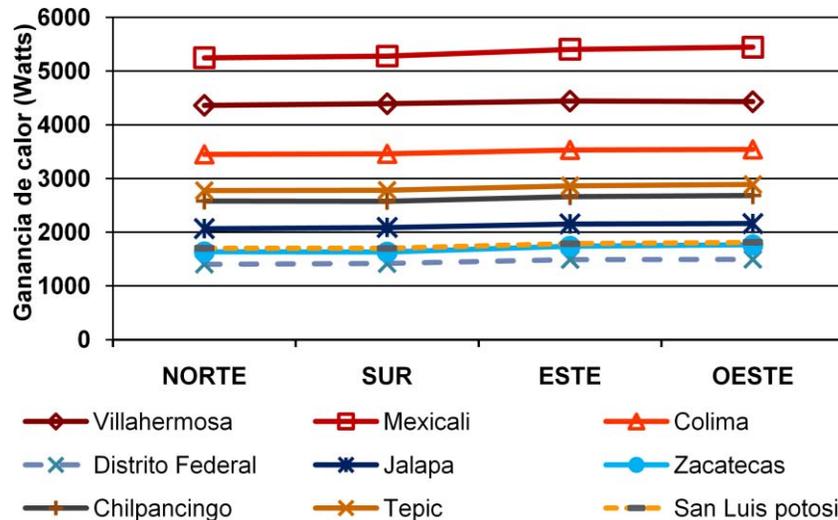
## 5.4. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA TIPO CON VENTANAS CONVENCIONALES

Se efectuó el cálculo térmico, de las mismas ventanas contempladas en el capítulo anterior, pero ahora aplicadas en ciudades representativas de los bioclimas de México, en las orientaciones principales para obtener las diferencias de ganancias de calor que se adquieren con cada una de ellas, considerando la misma localización de ventanas que corresponde al proyecto inicial, y solo se fue sustituyendo en estos espacios cada una de las ventanas por analizar, resaltando que en la ventana localizada en el espacio arquitectónico del baño se tomo la proporción de la ventana inicial para que fuera considerada en el análisis.

### 5.4.1. VENTANAS CUADRADAS

Ventana cuadrada de 1.20x1.20m

GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS CUADRADAS DE 1.20X1.20m



Gráfica No. 38 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana cuadrada 1.20x1.20m.

**Bioclima Cálido Húmedo (Villahermosa).** Se puede observar en la grafica No. 38 las diferentes ganancias de calor que se obtiene utilizando una geometría de ventana cuadrada de 1.20x1.20m, teniendo que para el bioclima cálido húmedo cuando la vivienda es orientada al Este con este tipo de ventana se adquieren mayores ganancias de calor y cuando esta al Norte menores ganancias de calor.

**Bioclima Cálido Seco (Mexicali).** En el bioclima cálido seco la orientación Oeste es la que adquiere mayores ganancias de calor y la Norte menores.

**Bioclima Cálido Semihúmedo (Colima).** Para este bioclima se tiene que la orientación Este presenta ganancias de calor mayores y la orientación Norte es la que menor ganancia de calor obtiene.

Aunado a lo anterior comparando los bioclimas cálidos que se encuentran en el país, considerando la particularidad de la geometría de ventana cuadrada de 1.20x1.20, referente al calor adquirido contemplando las cuatro orientaciones principales se deriva que el bioclima cálido semihúmedo es el que obtiene menores ganancias de calor seguido del bioclima cálido húmedo y por último el bioclima cálido seco.

En estos climas cálidos es conveniente obtener la menor ganancia de calor posible al interior de la vivienda por las particularidades que presentan este tipo de climas por lo que con la implementación de la

ventana cuadrada emplazando la vivienda al Norte se podrá obtener las mínimas ganancias de calor en comparación con las orientaciones restantes.

**Bioclima Semifrío (Distrito Federal).** Conforme a los datos reflejados en la gráfica No. 38 se puede deducir que con la implementación de la ventana cuadrada de 1.20 x 1.20m en la orientación Oeste, se obtienen mayores ganancias de calor y en la Norte menores.

**Bioclima Semifrío Húmedo (Jalapa).** Coincide con el bioclima semifrío mayor ganancia en el Oeste y menor en la orientación Norte.

**Bioclima Semifrío Seco (Zacatecas).** Para las ciudades que presentan este tipo de clima se tiene que la geometría de ventana cuadrada, localizada en viviendas de interés social emplazadas al Oeste adquiere mayores ganancias de calor y al Sur menores.

Confrontando las ganancias térmicas observadas en la gráfica correspondiente a los bioclimas fríos, el bioclima semifrío es el que menor ganancia de calor tiene, el segundo sitio el bioclima semifrío seco y posteriormente el bioclima semifrío húmedo.

Por las características de estos climas se requiere de la mayor ganancia de calor por lo que con el uso de este tipo de ventana analizada, se podrá adquirir mayor ganancia de calor ubicando la vivienda al Oeste.

**Bioclima templado (Chilpancingo).** En la misma gráfica en la que se presentan los resultados de la ventana de 1.20 x 1.20m, se puede

constatar que para los lugares que contiene este bioclima en la orientación Oeste se gana mayor ganancia térmica y menor en la orientación Sur.

**Bioclima Templado Húmedo (Tepic).** Para el caso de la vivienda con ventanas cuadradas de 1.20 x 1.20m emplazada al Oeste presenta mayores ganancias de calor y menores al Norte.

**Bioclima Templado Seco (San Luis Potosí).** Como se muestra en la gráfica, en los resultados correspondientes a este bioclima, la orientación Sur adquiere menores ganancias de calor y la Oeste mayores.

La información obtenida en las ganancias térmicas de los bioclimas templados se puede apreciar que el templado seco manifiesta menores ganancias de calor, proseguido del bioclima templado y finalmente el templado húmedo.

En los lugares que presentan este tipo de clima no requieren de suministrar ganancias mayores o menores de calor a la vivienda sino recurrir a aquellas orientaciones en las cuales se encuentren ganancias térmicas medias como lo son en el templado y templado seco la orientación Sur y Este y para templado húmedo las orientaciones Sur y Oeste.

#### **Ventana Cuadrada de 1.0 x1.0m**

**Bioclimas cálidos.** Conforme al análisis térmico de la geometría de ventana cuadrada de 1.0 x 1.0m, respecto a la ganancia de calor que adquiere en los bioclimas cálidos, se tiene que la vivienda orientada hacia

el Oeste en la ciudad de Mexicali y Colima obtienen mayor ganancia de calor y para Villahermosa hacia el Este y en caso contrario la orientación que menor ganancia de calor consigue es la Norte para los tres tipos de bioclimas cálidos.

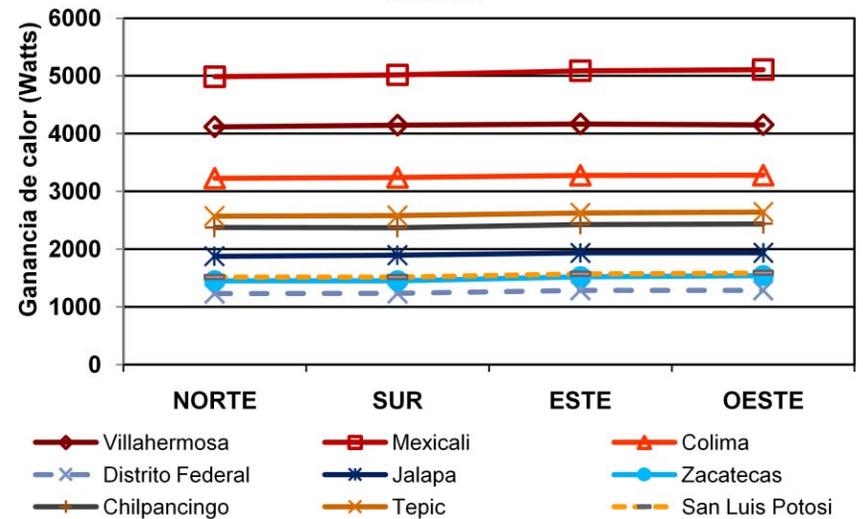
De acuerdo a la gráfica No. 39 que muestra las cantidades de calor en la vivienda, empleando la geometría de ventana cuadrada de 1.0x1.0m, se tiene a la ciudad de Mexicali con la cantidad más alta de calor, seguida de Villahermosa y por último a la ciudad de Colima.

Al implementar esta ventana en la vivienda tipo en los bioclimas cálidos, se va requerir localizarla hacia la orientación en la cual se consigan ganancias térmicas mínimas, por lo que esto sucederá en la orientación Norte.

**Bioclimas fríos.** En las ciudades tomadas como referencia para este tipo de bioclimas, utilizando ventanas cuadradas de 1.0 x 1.0m, van a conseguir mayor calor en la orientación Oeste y menor en la orientación Norte para las ciudades del Distrito Federal y Jalapa y Zacatecas. Además, de los bioclimas fríos, el bioclima semifrío húmedo consigue mayor ganancia de calor, seguido del bioclima semifrío seco y por último el semifrío.

Al contrario de los bioclimas cálidos se va a sugerir ubicar la ventana cuadrada de 1.0x1.0m hacia aquella orientación con altas ganancias de calor, tal va a ser el caso de la orientación Oeste.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS CUADRADAS DE 1.0X1.0m**



Gráfica No. 39 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana cuadrada de 1.0x1.0m.

**Bioclimas templados.** La orientación en la cual este tipo de bioclimas, con la ventana cuadrada de 1.0 x 1.0m, logran mayores ganancias de calor es la Oeste y en la que ganan menos calor para las ciudades de los bioclimas templado húmedo (Tepic) y templado seco (San Luis Potosí) es la Norte a diferencia del templado (Chilpancingo) que es en la orientación Sur. Aunadamente describiendo de mayor a menor las ganancias de calor de los bioclimas templados primeramente se tiene al templado húmedo, después el templado y finalmente el templado seco.

Para este tipo de bioclimas se necesita la información hacia la cual la vivienda tipo mediante la utilización de la geometría de ventana

tratada en este apartado logre ganancias de calor medias siendo para la ciudad de Tepic y San Luis Potosí Sur y Este y la ciudad de Chilpancingo va a ser la Norte y Este.

#### **Ventana Cuadrada de 0.50x0.50m**

**Bioclimas Cálidos.** Utilizando este tipo de geometría de ventana para las ciudades consideradas para los bioclimas cálidos de México, se tiene que la ciudad de Mexicali con un bioclima cálido seco adquiere las mayores ganancias de calor, en segundo lugar la ciudad de Villahermosa con bioclima cálido húmedo y por último el cálido semihúmedo para Colima. Por lo que para los bioclimas cálidos se va a tener mayores ganancias de calor hacia la orientación Sur y menores en el caso del bioclima cálido seco hacia la Este y para los dos restantes a la Oeste (Gráfica No. 40).

Este tipo de ventanas se requerirá situarlas en lugares donde no ganen mayor calor, conforme a que estos bioclimas tienden a presentar temperaturas altas, por lo tanto la orientación en el bioclima cálido seco en el cual se considero a la ciudad de Mexicali lo va a lograr en la orientación Este, por lo que para el bioclima cálido húmedo (Villahermosa) y semihúmedo (Colima) en la Oeste.

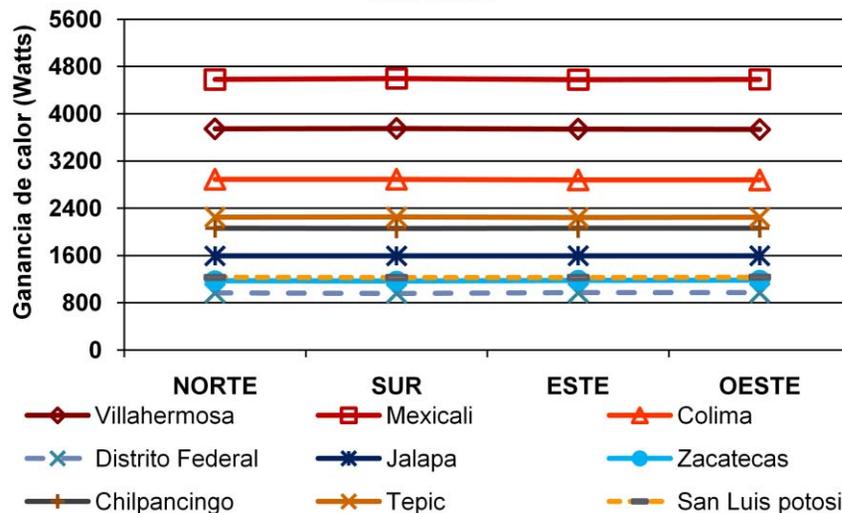
**Bioclimas Fríos.** Mediante la implementación de este tipo de ventana cuadrada de 0.50 x 0.50m, de los datos obtenidos en la gráfica No. 40 se tiene que para la ciudad de Jalapa contemplada para el semifrío húmedo es la que mayor ganancia de calor obtiene de estos bioclimas, consecuentemente Zacatecas para el bioclima semifrío seco y finalmente el bioclima semifrío del Distrito Federal. Siendo que para la orientación

Oeste en el semifrío húmedo y seco tendrán mayores ganancias de calor y en el caso del semifrío en la Este, para las ganancias de calor mínimas en el Distrito Federal y Zacatecas es en la orientación sur y para Jalapa en la orientación Norte.

En este caso de bioclimas se tiene que recurrir a aquella orientación en la que se logre ganancias térmicas máximas, por lo que en el análisis térmico desarrollado resulto la orientación Oeste para las ciudades de Jalapa y Zacatecas, cambiando para el semifrío (Distrito Federal) en la Este.

**Bioclimas Templados.** Para estos bioclimas de los datos obtenidos del análisis térmico con la ventana cuadrada de 0.50 x 0.50m, (Gráfica No. 40) se tiene que en la orientación Este para la ciudad de Tepic y San Luis potosí consiguen menores ganancias de calor por lo que para Chilpancingo esto se logra en la orientación Sur y las mayores ganancias de calor se logran en el Oeste para San Luis Potosí y Chilpancingo mientras que para Tepic es en el Sur.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS CUADRADAS DE 0.50X0.50M**



Gráfica No. 40 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana cuadrada de 0.50x0.50m.

Del estudio térmico realizado en las ciudades contempladas para estos bioclimas se tuvo que para la ciudad de Tepic las ganancias intermedias se darán en las orientaciones Norte y Oeste, por lo que para San Luis Potosí será en la Norte y Sur, mientras que para Chilpancingo será en el Norte y Este.

**Ventana Cuadrada de 1.30x1.30**

**Bioclimas cálidos.** Para el bioclima cálido seco (Mexicali) y semihúmedo (Colima) la máxima ganancia de calor lograda utilizando este tipo de geometría de ventana, es cuando la vivienda es orientada al Oeste y la mínima al Norte, igual que para el bioclima cálido húmedo

(Villahermosa), pero para las ganancias de calor máximas es hacia la orientación Este (Gráfica No. 41).

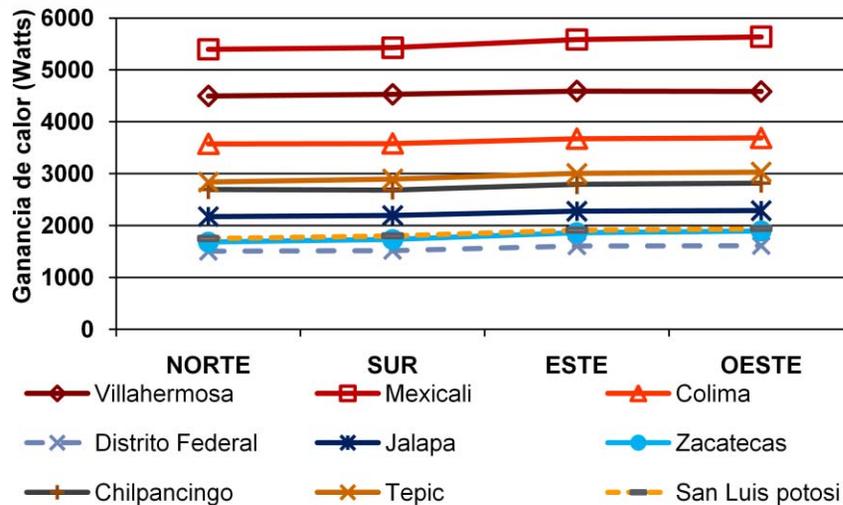
Resultado de la evaluación térmica para el grupo de estos bioclimas, se enfatiza en que se necesita la localización de la ventana cuadrada de 1.30 x 1.30m, de donde las ganancias sean mínimas, por lo que esto se obtiene en la orientación Norte.

**Bioclimas Fríos.** Para los tres tipos de bioclimas fríos efectuando el análisis en cada una de las ciudades representativas, utilizando la ventana cuadrada de 1.30 x 1.30m, (Gráfica No. 41), en la orientación Norte va a lograr ganancias de calor mínimas por lo que en la orientación Oeste adquiere las máximas.

Los bioclimas fríos van a necesitar la orientación en donde la ganancia de calor sea alta, conforme a que las temperaturas que se presentan en este tipo de bioclimas llegan a ser bajas, por lo que la orientación Oeste se adquiere las ganancias térmicas más altas.

**Bioclimas templados.** En la gráfica No. 41 para los bioclimas templados se tiene que con la ventana cuadrada de 1.30 x 1.30m, cuando la vivienda es orientada al Oeste logra ganancias de calor máximas y para los bioclimas templado húmedo y templado seco la mínima la adquieren al Norte por lo que para el bioclima templado, es al Sur.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS CUADRADAS DE 1.30X1.30M**



Gráfica No. 41 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana cuadrada de 1.30x1.30m.

Los resultados adquiridos de conocer las ganancias térmicas medias varían, por lo que para el bioclima de la ciudad de Tepic y San Luis Potosi lo obtendrán en la orientación Sur y Este, respecto a la ciudad de Chilpancingo en el Norte y Este.

Para el mayor entendimiento de los resultados se presenta en el siguiente capítulo una tabla de con las recomendaciones de orientación para cada una de las ventanas. (Tabla No. 27)

**5.4.2. VENTANAS RECTANGULARES HORIZONTALES**

**Ventana rectangular horizontal de 1.20x1.50m.**

**Bioclimas cálidos.** Por medio del análisis de la gráfica No. 42 se

puede distinguir en cada uno de los bioclimas las ganancias de calor que se presenta en las diferentes orientaciones mediante la utilización de la geometría rectangular horizontal de 1.20 x 1.50m, por lo que en los bioclimas cálidos el emplazamiento de la vivienda en el cual se consiguen mayores ganancias térmicas para el Mexicali y Colima es la Oeste y para Villahermosa la Este y en caso contrario la que menor ganancia térmica tienen es la Norte. No obstante haciendo una comparación entre los climas cálidos en las diferentes orientaciones en donde el cálculo es realizado tomando en cuenta una geometría de ventana de rectangular horizontal se tiene que Mexicali obtiene el mayor calor en el interior de la vivienda, seguido de Villahermosa y finalmente Colima.

Como es sabido para estos bioclimas se requiere de las mínimas ganancias de calor al interior de la vivienda por lo que sí es utilizada la geometría rectangular horizontal, la orientación en la que se puede lograr esto es la Norte.

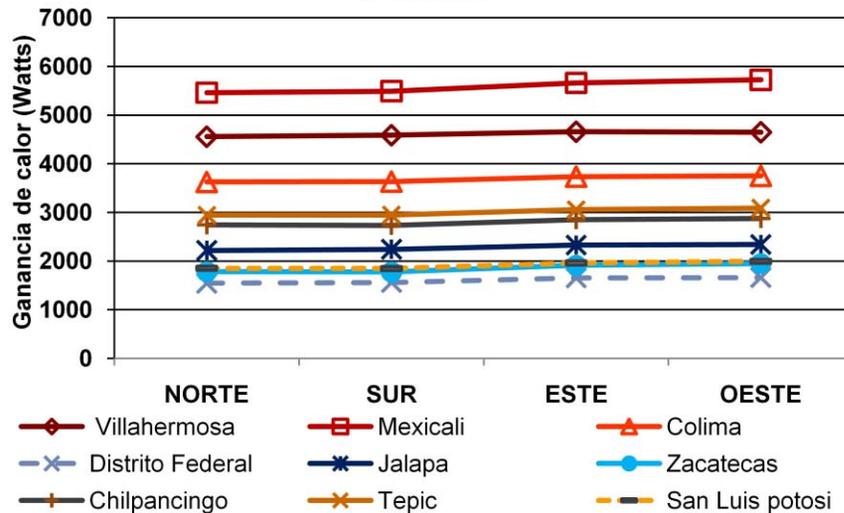
**Bioclimas fríos.** Conforme a los resultados de la gráfica No. 42, referente a la ganancias de calor implementado la ventana rectangular vertical de 1.20 x 1.50m, se puede verificar en los bioclimas de México, la orientación en la que ganan una mayor y menor ganancia de calor por lo que para el Distrito Federal y Jalapa la menor ganancia la obtienen en la orientación Norte contrario a Zacatecas la cuál es la orientación Sur, coincidiendo en la mayor ganancia la cual se da en la Oeste.

Además cabe resaltar que los climas analizados son fríos, no obstante en cada uno de ellos se presentan ganancias de calor diferente,

teniendo mayor ganancia térmica en el semifrío húmedo (Jalapa), consecutivamente el semifrío seco (Zacatecas) y en último lugar el semifrío (Distrito Federal).

Mediante la implementación de la geometría rectangular horizontal, para estos climas se necesita recurrir a la orientación en la que se adquiera mayor ganancia de calor como es la Oeste.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANA RECT. HORIZ. DE 1.20X1.50m**



Gráfica No. 42 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular horizontal de 1.20x1.50m.

**Bioclimas templados.** En la grafica No. 42 respecto a las ganancias de calor, obtenidas implementado la ventana rectangular horizontal de 1.20 x 1.50m, en el bioclima templado (Chilpancingo), templado seco (San Luis Potosí) se obtienen una menor ganancia de

calor cuando es utilizada la ventana en la orientación Sur, lo que para el bioclima templado húmedo (Tepic) es la Norte coincidiendo en la orientación con mayor ganancia de calor que es la Oeste.

Posteriormente se analiza las ganancias conjuntamente de los bioclimas templados, en las ciudades representativas, de lo que se puede decir que en Tepic es el que mayor ganancia de calor tiene, seguido de Chilpancingo y por último San Luis Potosí.

Para este caso se necesita contemplar a la ventana analizada en orientaciones en las cuales las ganancias de calor son medias por lo que para los templados y templados secos será la Norte y Este y para el templado húmedo la Sur y Este.

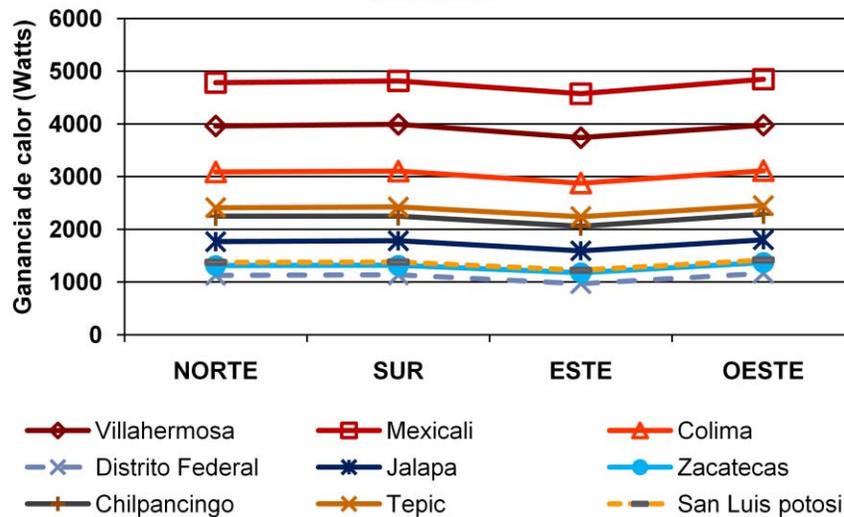
**Ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40M**

**Bioclimas cálidos.** El análisis térmico de la vivienda evaluando la geometría de ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40m se obtiene en la gráfica No. 43 que los bioclimas cálidos la menor ganancia de calor se obtiene en el bioclima cálido semihúmedo (Colima), seguido del cálido húmedo (Villahermosa) hasta llegar al bioclima de mayor ganancia de calor el bioclima cálido seco (Mexicali). Aunadamente se menciona que para el bioclima cálido seco y semihumedo la orientación en la que adquieren mayor calor es en la Oeste y la menor en la Este lo que para el bioclima cálido húmedo la mayor ganancia de calor es en la Este y la mínima en la Norte.

En el análisis realizado considerando este tipo de ventana se presentan diferencias en cuanto a la ganancia de calor mínima, que es la

idónea para estos bioclimas, siendo que para Mexicali y Colima es la Este y para Villahermosa en el Norte.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. HORIZ. 0.60X0.40M**



Gráfica No. 43 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40m.

**Bioclimas fríos.** Para estos bioclimas la ganancia de calor máxima la adquieren en la orientación Oeste y la mínima en la orientación Este.

Para la geometría de ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40m., en este tipo de bioclimas que son los que demandan mayor ganancia de calor, la ganarán en la orientación Oeste.

**Bioclimas Templados.** En los datos provenientes del análisis térmico de la vivienda tipo utilizando la ventana rectangular horizontal de 0.60x0.40m, en los bioclimas templados, la orientación Este presenta las ganancias de calor más bajas y para el bioclima templado húmedo y seco la orientación Oeste presenta las más altas cantidades de calor lo que para el caso del bioclima templado es en la Sur.

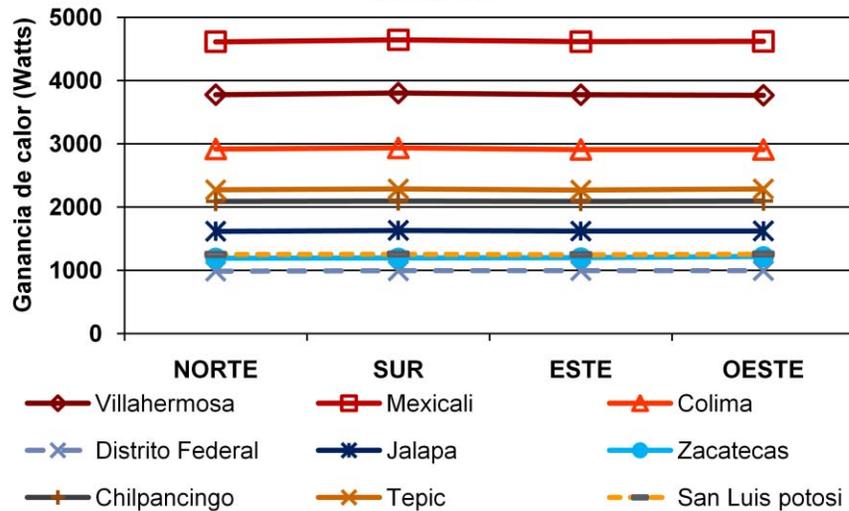
Al igual que en otras ventanas expuestas, para este caso se ocupa de las orientaciones donde se tenga ganancia de calor medio hallándose para la ciudad de Tepic y San Luis Potosí la orientación Norte y Sur, y para la ciudad de Chilpancingo Norte y Oeste.

#### Ventana rectangular horizontal de 0.60x0.50m

**Bioclimas cálidos.** De la información adquirida en la gráfica No. 44, respecto a la ganancia de calor que adquiere la vivienda tipo utilizando ventanas rectangulares horizontales de 0.60x0.50m, los bioclimas cálido húmedo y semihúmedo consiguen en la orientación Oeste las ganancias mínimas por lo que en cálido seco es en la Norte y siendo la Sur en la cual logran mayor calor.

En la ciudad de Villahermosa y Colima correspondientes a bioclimas cálido húmedo y semihúmedo se tendrá que localizar esta ventana en la orientación Oeste conforme a que es la localización en la que menor ganancia de calor logra, para Mexicali bioclima cálido seco se obtendrá en la orientación Norte.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. HORIZ. 0.60X0.50M**



Gráfica No. 44 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular horizontal de 0.60x0.50m.

**Bioclimas fríos.** Orientada la vivienda tipo utilizando el tipo de ventana considerada en este apartado, los bioclimas semifrío y semifrío seco en la orientación Norte tienden a tener menos calor, pero para el semifrío húmedo es en el Sur y las ganancias máximas de calor se dan en diferentes orientaciones para los distintos bioclimas semifríos, de lo cual el semifrío en la orientación Este, el semifrío húmedo en el Sur y el semifrío seco en el Oeste.

Para estos bioclimas se requiere aquella ubicación de la ventana, donde se adquieran ganancias de calor altas, por lo que respecta del análisis térmico utilizando la ventana rectangular horizontal de

0.60x0.50m, se obtuvo que varían en cada una de las ciudades tipo, por lo que para el semifrío húmedo será en el Sur, el Semifrío en el Este y el semifrío Seco en la Oeste.

**Bioclimas templados.** Para este caso de bioclimas la información térmica adquirida de la vivienda tipo mediante la utilización de ventanas rectangular horizontal de 0.60x0.50m, a través de la gráfica No. 44, es que las ciudades tomadas para cada uno de los bioclimas, resulto que la ciudad de Tepic, y San Luis Potosí en la orientación Este su ganancia de calor es mínima y para Chilpancingo es en la Norte. Conforme a las ganancias máximas se consiguen en la orientación Sur para Chilpancingo y Tepic y en la Oeste para San Luis Potosí.

Se necesita las ganancias intermedias que se haya adquirido en la ganancia térmica de la vivienda con este tipo de geometría de ventana, en donde el bioclima templado húmedo es hacia el Norte y Oeste, el templado Este y Oeste y para el templado seco Norte y Sur.

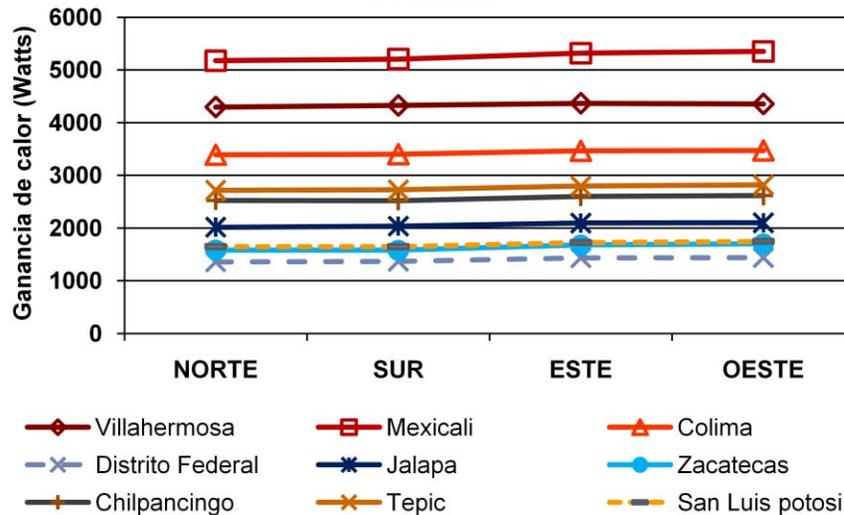
**Ventana rectangular horizontal de 1.20x1.10**

**Bioclimas cálidos.** Con las ganancias térmicas, de acuerdo a los datos de la gráfica No. 45, en el bioclima cálido seco (Mexicali) y semihúmedo (Colima), utilizando la geometría de ventana rectangular horizontal de 1.10x1.20, en la orientación Oeste consiguen mayores ganancias de calor y las mínimas para esto bioclimas en el Norte, para el bioclima cálido húmedo (Villahermosa) las ganancias de calor máximas es en la orientación Este.

Para estos bioclimas se toma aquella localización con mínimas ganancias de calor por lo que para el cálido húmedo, seco y semihúmedo es en el Norte.

Para este caso de bioclimas la ubicación apta de este tipo de la ventana es hacia la orientación con altas ganancias de calor como lo es la Oeste.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. HORIZ. 1.10X1.20M**



Gráfica No. 45 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular horizontal de 1.10x1.20m.

**Bioclimas Fríos.** Las ciudades de estos bioclimas como el Distrito Federal (Semifrío), Jalapa (Semifrío húmedo), Zacatecas (Semifrío Seco), obtienen en la vivienda tipo con la ventana rectangular horizontal de 1.10x1.20m en la orientación Oeste máximas ganancias de calor y las mínimas para el semifrío en el Este, en el semifrío húmedo en la Norte y el semifrío seco al Sur.

**Bioclimas Templados.** En estos bioclimas, la ganancia de calor con la ventana rectangular horizontal de 1.10x1.20m, la orientación Oeste consigue mayores ganancias de calor, y para el bioclima templado y templado seco las mínimas en la orientación Sur, y para el templado húmedo en la Norte, lo que se aprecia en la gráfica No. 45.

Se sugiere situar la geometría de ventana rectangular horizontal de 1.20x1.10m en el bioclima templado y templado seco en la orientación Norte y Este, por lo que en el templado húmedo Sur y Este.

Las recomendaciones de las ventanas rectangulares horizontales se pueden apreciar en la tabla No. 27-a.

### 5.4.3. VENTANAS RECTANGULARES VERTICALES

#### Ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m

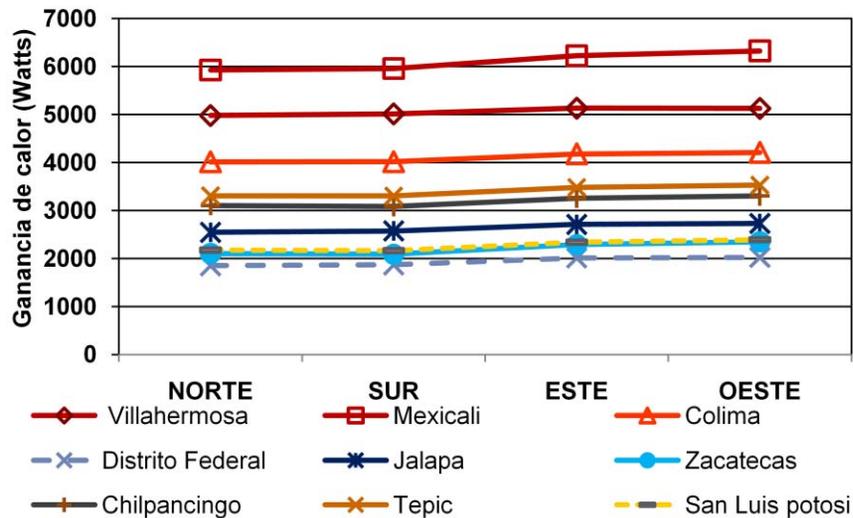
**Bioclimas cálidos.** Con este tipo de ventana, rectangular vertical de 2.15x1.20m, en bioclimas cálidos se debe considerar a la orientación que menor ganancia calor obtenga, lo cual se obtendrá a través de la orientación Norte. (Gráfica No. 46).

Al igual que en comparaciones anteriores de los bioclima cálidos, considerando las ciudades tipo, el bioclima cálido seco (Mexicali) es el que mayor ganancia de calor obtiene seguido del cálido húmedo (Villahermosa) y por último el cálido semihúmedo (Colima).

mínimas ganancias de calor se ubican en la orientación Norte y para Zacatecas en la orientación Sur y la mayor en la orientación Oeste.

Conforme a los lugares que presentan este tipo de bioclimas, en el momento de localizar el tipo de geometría de ventana rectangular vertical evaluada se requerirá ubicar en la orientación en la que haya obtenido mínimas ganancias de calor, como lo es la Norte.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. DE 2.15X1.20m**



Gráfica No. 46 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical 2.15x1.20m.

**Bioclimas fríos.** En la gráfica No. 46 se observa la diferencia de las ganancias de calor que se obtienen para los bioclimas pertenecientes a los fríos, utilizando una geometría de ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m, se tiene que para la ciudad del Distrito Federal y Jalapa, las

Haciendo el balance de los bioclimas fríos se observa que el semifrío en sus cuatro orientaciones es el que obtiene menores ganancias de calor, por lo que para el semifrío seco ganancias medias y el restante que es el semifrío húmedo mayores.

Para este tipo de bioclimas se requerirá de obtener ganancias de calor altas, por lo que con la geometría rectangular vertical, se adquiere cuando se emplaza al Oeste.

**Bioclimas Templados.** Con la implementación de la ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m, en la vivienda de interés social los datos obtenidos se muestran en la gráfica No. 46, en donde los lugares con estos bioclimas consiguen mayores ganancias de calor cuando la vivienda es orientada al Oeste y menores cuando se encuentra al Sur.

Considerando los diferentes resultados obtenidos en las diferentes ciudades contempladas para cada uno de los bioclimas templados, utilizando una geometría de ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m, en San Luis Potosí se obtienen mínimas ganancias de calor seguidas de la ciudad de Chilpancingo, por lo que la ciudad de Tepic es el que mayor ganancia de calor adquiere en sus orientaciones.

La localización hacia el Sur y Este de la geometría rectangular vertical para los distintos bioclimas templados, procurara que la ganancia de calor no sea máxima ni mínima.

### Ventana rectangular vertical de 0.80x1.0m

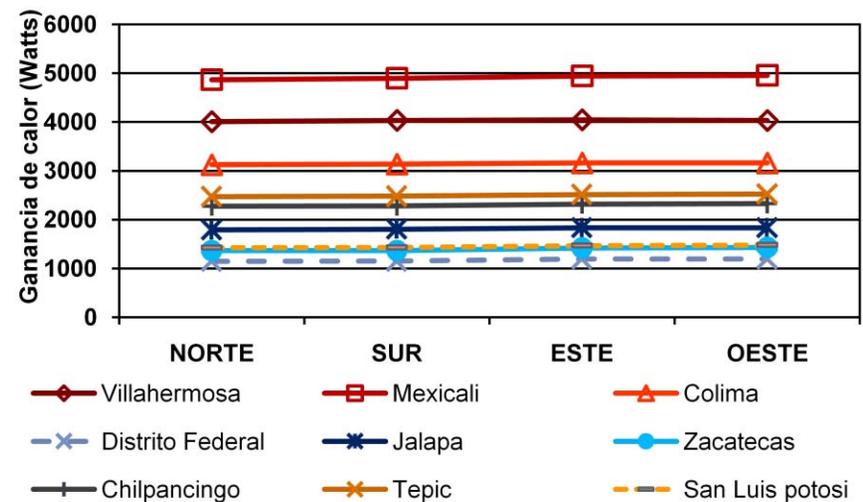
**Bioclimas cálidos.** Mediante el análisis térmico de la geometría de ventana rectangular vertical de 0.80x1.0m los bioclimas cálido húmedo (Villahermosa) y semihúmedo (Colima) logran mayores ganancias de calor en la orientación Este, mientras que el cálido seco (Mexicali) en la Oeste y las ganancias de calor más bajas en la orientación Norte. Cabe mencionar que para los bioclimas cálidos la ciudad que mayor ganancia de calor adquiere es Mexicali, seguida de Villahermosa y por ultimo Colima (Gráfica No. 47).

La orientación Norte va a ser la adecuada para localizar la geometría de ventana tratada en este espacio, de acuerdo a que es donde logra ganancias de calor bajas.

**Bioclimas fríos.** Para los bioclimas fríos de los resultados de ganancias de calor en la vivienda tipo implementando la ventana rectangular vertical de 0.80x1.0m, proyectados en la gráfica No. 47, la orientación Oeste se obtiene mayores ganancias de calor, mientras que en la orientación Norte para el Distrito Federal y Jalapa tiene mínimas ganancias de calor y para Zacatecas en el Sur. Siendo el Distrito Federal el que menores ganancias de calor adquiere, después Zacatecas y finalmente Jalapa.

La geometría de ventana tomada en este apartado se debe de considerar la orientación donde alcance las ganancias térmicas altas por lo que para este caso será la orientación Oeste.

### GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. DE 0.80X1.0m



Gráfica No. 47 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical de 0.80x10m.

**Bioclimas templados.** Implementando la geometría de ventana tratada en este apartado (Gráfica No. 47), con la orientación Norte se consiguen menores ganancias de calor contrario para la orientación Oeste en los tres tipos de bioclimas templados. Por lo que para estos bioclimas describiéndolos ordenadamente de mayor a menor la ganancia de calor que consiguen es primeramente Tepic, Chilpancingo y finalmente San Luis Potosí.

En los bioclimas templados existe más alternativas de localizar este tipo de geometría de ventana, conforme a que se requieren la

orientación donde obtiene ganancias térmicas medias, siendo que en este grupo de bioclimas se dará hacia el Sur y Este.

### Ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m

**Bioclimas cálidos.** De acuerdo a la geometría de ventana rectangular vertical de 1.0x1.20, conforme a los resultados de la gráfica No. 48 se va a tener mayor ganancia de calor en los bioclimas cálido seco (Mexicali) y semihúmedo (Colima) y para cálido húmedo (Villahermosa) en la Este y las menores ganancias térmicas para Villahermosa y Mexicali en la Norte y en la Sur para Colima.

En estos bioclimas se tiene que la ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m, el lugar específico hacia la cual se debe de colocar, por las características de estas bioclimas es en la ciudad de Villahermosa y Mexicali al Norte y para Colima al Sur.

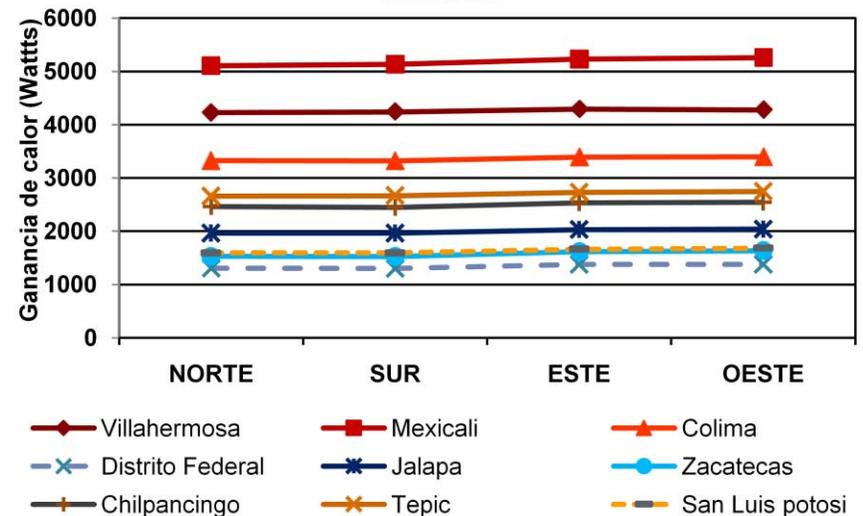
**Bioclimas fríos.** Para las ciudades del Distrito Federal y Zacatecas, se obtuvo del análisis térmico de la vivienda tipo utilizando la ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m, que para la orientación Sur se tienen menores ganancias de calor y para Jalapa en el Norte y para la Oeste las mayores.

Por las particularidades de estos bioclimas se requeriría la orientación Sur para el Distrito Federal y Zacatecas, por lo que para Jalapa en la Norte, por ser las orientaciones con ganancias térmicas bajas.

**Bioclimas templados.** Con la ventana analizada en este apartado, en lo que corresponde a los bioclimas templado húmedo y seco se logran ganancias menores en la orientación Norte y para el templado en el Sur y las ganancias térmicas mayores en la orientación Oeste para los tres casos de bioclimas templados.

Existen más opciones de emplazamiento de la ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m, para bioclimas templados por requerir las ganancias de calor intermedias, de lo cual, Tepic y San Luis Potosí tendrán como elección la orientación Sur y Este, mientras que para Chilpancingo Norte y Este.

GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. DE 1.0X1.20m



Gráfica No. 48 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical de 1.0x1.20m.

### Ventana Rectangular vertical de 0.40x1.20

**Bioclimas cálidos.** Las ganancias de calor mínimas en la vivienda, implementando la ventana rectangular vertical de 0.40x1.20m, en las ciudades correspondientes a estos bioclimas, las obtienen en diferentes orientaciones, como en el cálido húmedo (Villahermosa) en la orientación Oeste, el cálido seco (Mexicali) en el Este y el cálido semihúmedo (Colima) en la Norte y para las ganancias mayores en Villahermosa y Colima en la Sur y para Mexicali en la Oeste (Gráfica No. 49).

Esta ventana rectangular vertical de 0.40x1.20 se podrá localizar donde adquiera ganancias mínimas de calor, por lo que en estos bioclimas se da en diferentes orientaciones, en el cálido húmedo en la Oeste, cálido seco en la Este y cálido semihúmedo en el Norte.

**Bioclimas Fríos.** En los bioclimas correspondientes a este apartado, con la ventana rectangular vertical de 0.40x1.20m, las ganancias de calor más bajas se dan en la orientación Norte y las mayores en la Este.

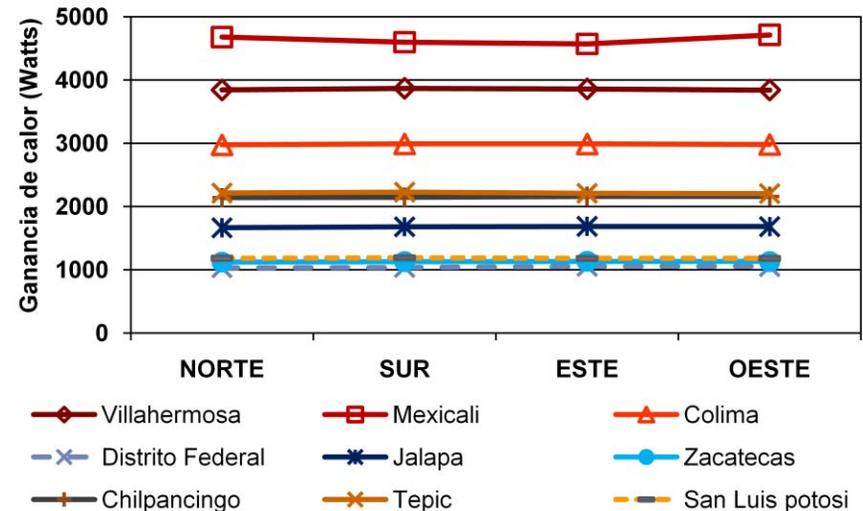
La orientación Este va a ser la adecuada de la geometría de ventana rectangular vertical de 0.40x1.20m, conforme a que se requiere ganancias de calor máximas por el tipo de bioclimas que se está estudiando.

**Bioclimas Templados.** Implementando la geometría de ventana rectangular vertical de 0.40x1.20 en los bioclimas de México, las

ganancias máximas y mínimas varían por lo que en el bioclima templado semihúmedo y seco de acuerdo a que las mayores las consiguen en la orientación Sur y las menores en la Oeste y el templado las altas en la Este y las bajas en la Norte.

Para estos bioclimas se da más variedad de elección de orientación en consecuencia de que se seleccionan aquellas ubicaciones con ganancias de calor intermedia como para la ciudad de Chilpancingo se da en el Sur y Oeste, en Tepic y San Luis Potosi en el Norte y Este.

GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. 0.40X1.20M



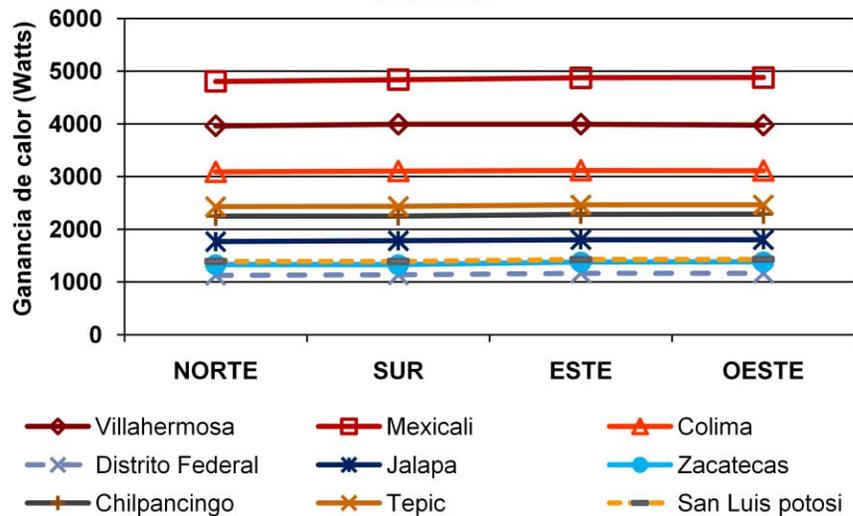
Gráfica No. 49 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical de 0.40x1.20m.

### Ventana Rectangular vertical de 0.60x1.20m

**Bioclimas cálidos.** Los datos derivados del análisis térmico de la vivienda con la ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m, (Gráfica No. 50) en los bioclimas cálidos se obtuvieron que en la orientación Este referente al bioclima cálido húmedo y semihúmedo logran mayores ganancias de calor y para el bioclima cálido seco en la Oeste y las mínimas en la orientación Norte para cada uno de estos bioclimas.

Con la geometría de ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m para que en este tipo de bioclimas consiga ganancias mínimas se deben de ubicar hacia la orientación Norte.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. 0.60X1.20M**



Gráfica No. 50 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m.

**Bioclimas fríos.** Las ganancias de calor adquiridas con la ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m, en los bioclimas fríos se tiene que para el semifrío del Distrito Federal y el semifrío húmedo de Jalapa las ganancias de calor bajas de estos bioclimas se logran en la orientación Norte, para el caso del semifrío seco Zacatecas en el Sur. Por lo que para las ganancias altas para los primeros es en el Este y en el Oeste para el segundo.

Se debe conseguir el lugar en el que con esta ventana adquiera ganancias de calor altas, siendo que para el Distrito Federal un semifrío y Jalapa semifrío húmedo lo logran en el Este, quedando el semifrío seco en el Oeste.

**Bioclimas Templados.** En este caso de bioclimas, con la ventana rectangular vertical de 0.60x1.20m, (Gráfica No. 50) la orientación Oeste para dos de estos que son el templado y templado seco tiene ganancias de calor máximas, y para el templado húmedo es en la Este, para las ganancias de calor mínimas en el templado y templado húmedo es en la Norte lo contrario en el bioclima templado seco en la Sur.

En este tipo de bioclimas hay más variedad de elección para emplazar esta ventana, como para el templado es la Sur y Este, en el templado húmedo Sur y Oeste y en el templado seco Norte y Este.

#### Ventana rectangular vertical de 1.10x1.20m

**Bioclimas cálidos.** La ganancia de calor máxima que adquiere la vivienda cuando se utilizan la geometría de ventana vertical de 1.10x1.20, en el bioclima cálido seco (Mexicali) y cálido semihúmedo (Colima) es en

la orientación Oeste, lo que para el bioclima cálido húmedo (Villahermosa) es en el Este y las mínimas se dan en el Norte (Gráfica No. 51).

En este tipo de climas la geometría de ventana debe orientarse hacia el lugar que consiga ganancias mínimas, por lo que para este caso será la orientación Norte.

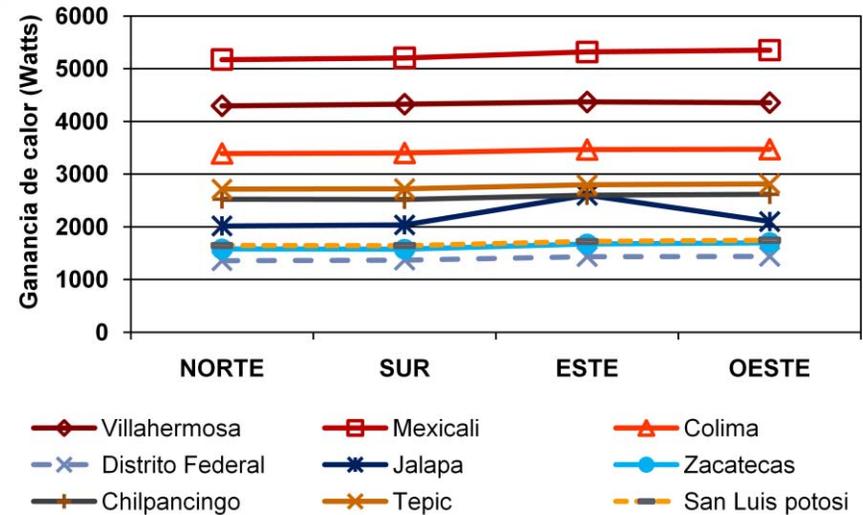
**Bioclimas fríos.** Utilizando la ventana rectangular vertical de 1.10x1.20m, en el bioclima semifrío (Distrito Federal) y semifrío seco (Zacatecas) la ganancia de calor máxima es en la orientación Oeste mientras que para el semifrío húmedo (Jalapa) es la Este y las ganancias mínimas en el semifrío y semifrío húmedo es al Norte y el semifrío seco al Sur.

El emplazamiento de esta geometría de ventana en los diferentes climas fríos varía su orientación en donde adquieren ganancias de calor mayores, por lo que para el semifrío y semifrío seco es en la Oeste y para el semifrío húmedo en el Este.

**Bioclimas Templados.** En la orientación Oeste con el tipo de geometría de ventana analizada en este apartado se tienen ganancias de calor altas, con lo que las ganancias de calor mínimas en el templado y templado seco es en el Sur, el templado húmedo en la Norte.

La vivienda con la implementación de este tipo de geometría de ventana para estos bioclimas su localización idónea será en el Este además de que para el templado y templado seco también se podrá ubicar en el Norte y en el templado húmedo en el Sur.

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. 1.10X1.20M**



Gráfica No. 51 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical de 1.10x1.20m.

#### Ventana rectangular vertical de 1.50x1.80

**Bioclimas cálidos.** Colocando este tipo de geometría de ventana en la vivienda, las ganancias de calor más altas se consiguen para el bioclima cálido seco y semihúmedo en la orientación Oeste y en el bioclima cálido húmedo en la Este, de lo cual las ganancias mínimas para los tres tipos de bioclimas lo van conseguir en la orientación Norte (Gráfica No. 52).

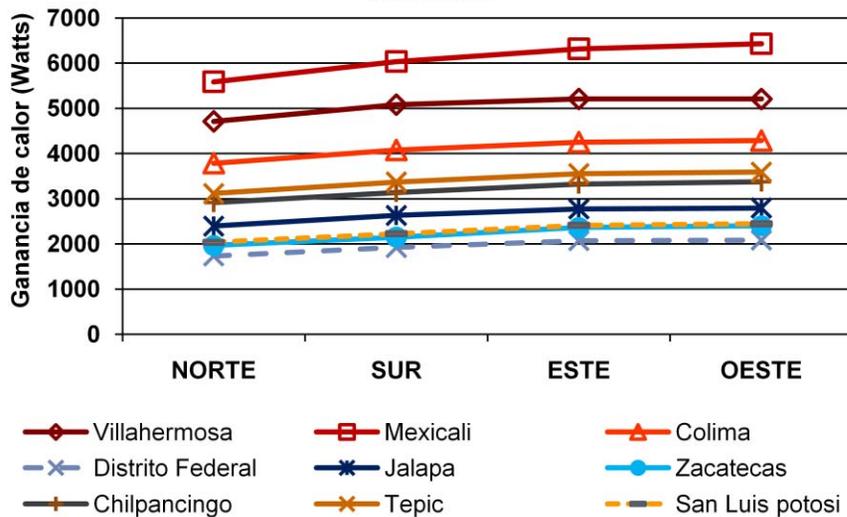
Mediante la implementación de la ventana rectangular vertical de 1.50x1.80m en la vivienda tipo que se tomo para realizar el análisis

térmico, se tuvo que en la orientación Norte es en la cual se logran ganancias de calor menores, lo que es apropiado para estos climas.

**Bioclimas Fríos.** Para estos tipos de bioclimas con la ventana rectangular vertical de 1.50x1.80m, las ganancias de calor van a coincidir en la orientación donde logren ganancias mayores y menores, de lo cual las ganancias máximas será al Oeste y las mínimas al Norte (Gráfica No. 52).

Conforme a que en estos climas se ocupa de conseguir ganancias de calor altas, con la utilización de esta geometría de ventana se va a alcanzar en la orientación Oeste

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANAS RECT. VERT. 1.50X1.80M**



Gráfica No. 52 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana rectangular vertical de 1.50x1.80m.

**Bioclimas templados.** Al igual que en el apartado de los bioclimas fríos con la ventana rectangular vertical de 1.50x1.80m, las ganancias de calor altas se van a dar en la orientación Oeste y las bajas en la Norte.

Para que la vivienda tipo analizada obtenga las ganancias de calor intermedias, se tendrá que localizar con la geometría de ventana rectangular vertical hacia el Sur y Este.

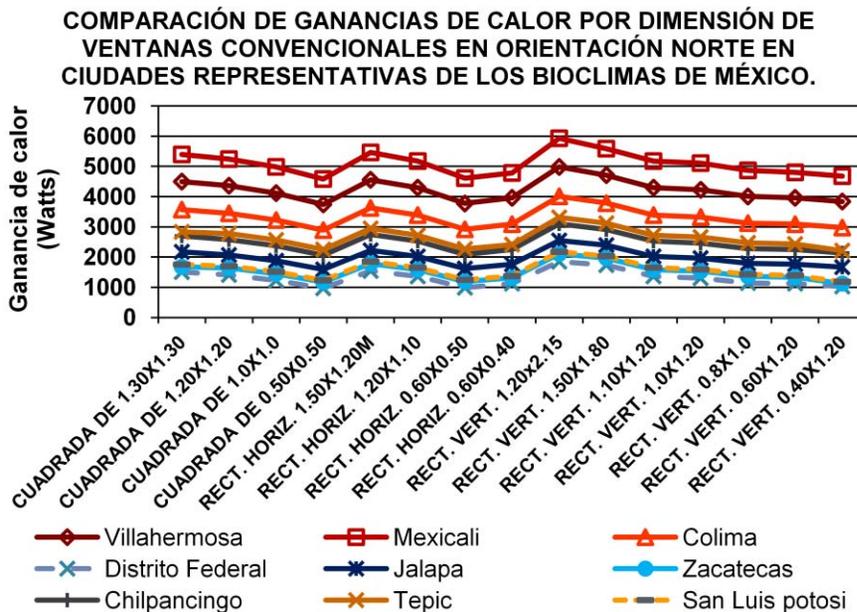
Las recomendaciones para la orientación optima por el uso de ventanas rectangulares verticales se puede apreciar en la tabla No. 27-b.

#### 5.4.4. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS DE VENTANAS CONVENCIONALES EN BIOCLIMAS DE MÉXICO

Se realizó una comparación de las ganancias térmicas adquirida en las ventanas analizadas, en las principales orientaciones así como en los diferentes bioclimas de México para poder distinguir entre las ventanas contempladas la que obtiene una mayor y menor ganancia de calor.

En la gráfica No. 53 se observan las ganancias térmicas de las ventanas utilizadas convencionalmente en viviendas de interés social, cuando estas son emplazadas en la orientación Norte, para cada uno de los bioclimas de México, por lo que se refiere a las ventanas con geometría cuadrada la de dimensiones de 1.30x1.30m es la que consigue mayores ganancias de calor y la de medidas de 0.50x0.50m es la que

menor calor consigue, para las rectangulares horizontales la ganancia de calor alta se logra con la de dimensiones de 1.50x1.20m, y las menores de 0.60x0.50m, por lo que para el caso de la geometría rectangular vertical realizado el análisis en la de dimensiones de 1.20x2.15m adquiere las ganancias máximas mientras que las mínimas se van a dar en la de 0.40x1.20. De las geometrías de ventana analizadas la ventana rectangular vertical de 1.20x2.15m en los distintos bioclimas de México consigue las ganancias térmicas más altas, por lo contrario pasa en la geometría cuadrada de 0.50x0.50m y para la rectangular vertical de 0.40x1.20m, las cuales consiguen las ganancias térmicas más bajas.



Gráfica No. 53 Comparación de ganancias de calor en la vivienda tipo, en la orientación Norte en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas convencionales.

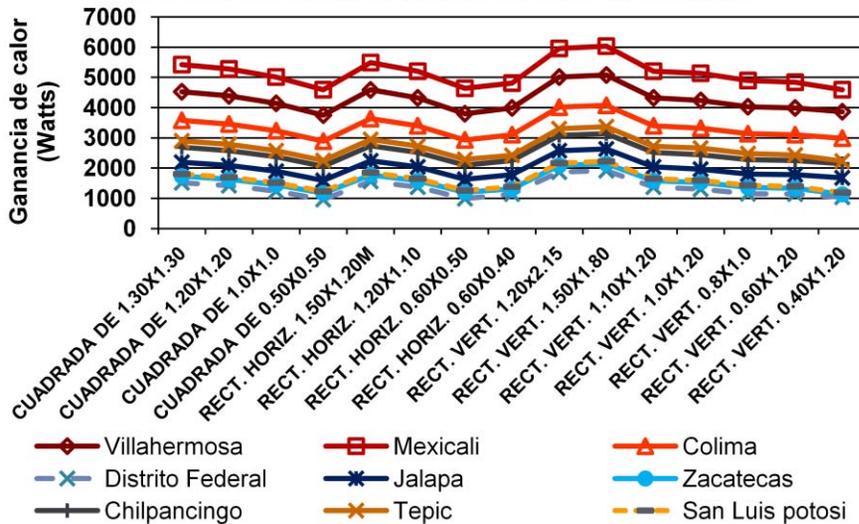
En la gráfica No. 54 – 56 se presenta la comparación de ventanas pero ahora localizando la vivienda de interés social al Sur, Este y Oeste, distinguiendo que entre cada una de ellas se reflejan resultados análogos que cuando es orientada al Norte, resaltando que las cantidades por ganancias de calor (Watts) difieren de acuerdo a la ventana, bioclima y orientación que se esté analizando, además de que la ganancia térmica mayor en estas orientaciones restantes se da en la geometría de ventana rectangular vertical de 1.50x1.80.

Cabe mencionar que en la orientación Sur (Gráfica No. 54) las ganancias mínimas se dan entre las mismas geometrías de ventanas que se da en la orientación Norte.

Para la orientación Este (Gráfica No. 55) las ganancias menores se logran en los bioclimas cálidos con la geometría de ventana cuadrada de 0.50x0.50m, rectangular horizontal de 0.60x0.40m y en la rectangular vertical de 0.40x1.20m, en los templados y fríos es en las dos últimas geometrías de ventana mencionadas.

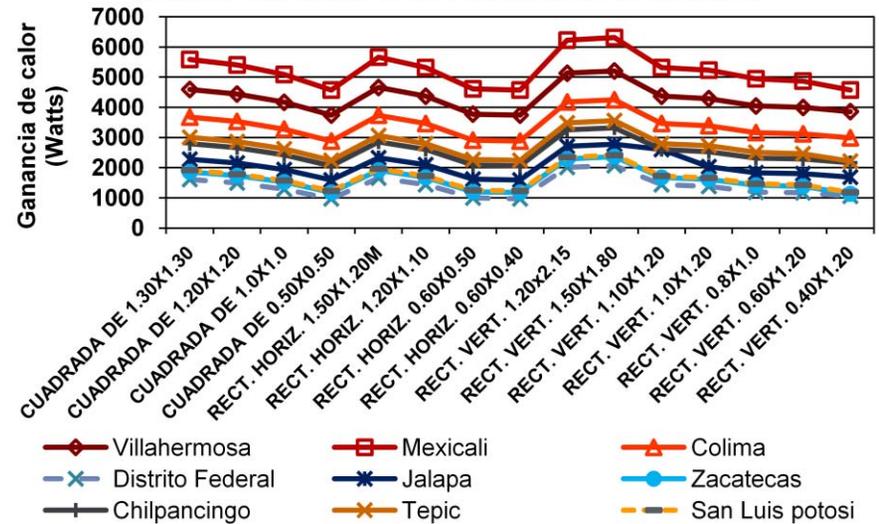
Referente a la orientación Oeste (Gráfica No. 56), se van a conseguir las ganancias térmicas menores principalmente con la geometría de ventana cuadrada de 0.50x0.50m, variando en los bioclimas templado y fríos conforme a que también alcanzan las mínimas con la geometría rectangular vertical de 0.40x1.20m.

COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN SUR EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.

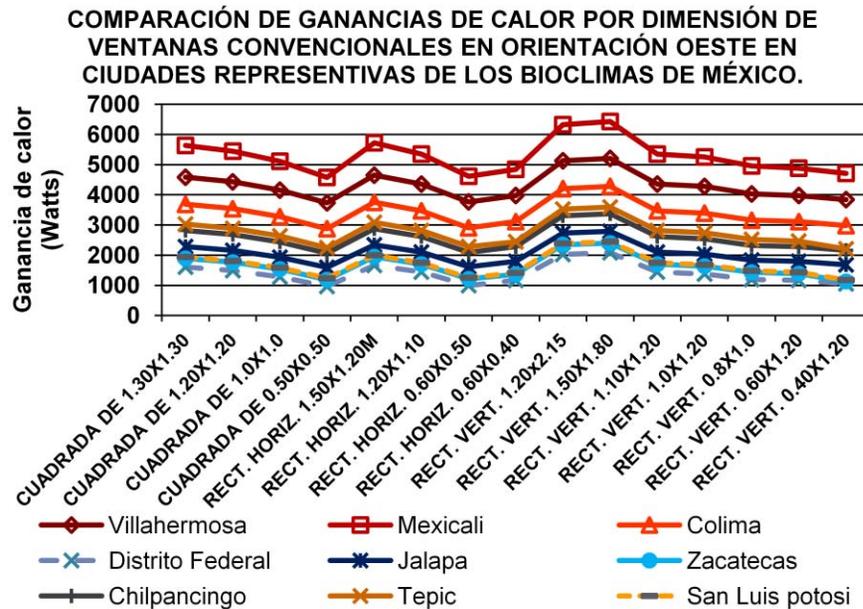


Gráfica No. 54 Resumen de ganancias de calor en la vivienda tipo, en la orientación Sur en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas convencionales.

COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN ESTE EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.



Gráfica No. 55 Resumen de ganancias de calor en la vivienda tipo, en la orientación Este en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas convencionales.



Gráfica No. 56 Resumen de ganancias de calor en la vivienda tipo, en la orientación Oeste en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas convencionales.

De las ventanas convencionales contempladas del levantamiento físico, analizadas térmicamente, se especifica la ventana convencional adecuada para cada uno de los bioclimas de México, considerando las características climáticas de cada uno de ellos.

**Bioclimas cálidos.** En este apartado se comprende al bioclima cálido húmedo, cálido seco y cálido semihúmedo, los cuales se necesita recurrir a geometrías de ventana con menores ganancias de calor, por lo que la vivienda tipo hacia la orientación Norte, la geometría rectangular horizontal de 0.60x0.50m suministra lo necesario para este tipo de bioclimas, en la orientación Sur y Oeste se logra con la ventana cuadrada

de 0.50x0.50m, y por último en la Este la rectangular horizontal de 0.60x0.40m en los bioclimas cálido húmedo y semihúmedo y en el cálido seco la ventana rectangular vertical de 0.40x1.20m orientación Oeste (Tabla No. 28).

**Bioclimas fríos.** En este encontramos al bioclima semifrío, semifrío húmedo y semifrío seco, que a diferencia de los bioclimas cálidos, se opta por la geometría que brinde máximas ganancias de calor, como consecuencia de la comparación de geometría de ventanas para la orientación Norte se dará en la ventana rectangular vertical de 2.15x1.20m y en las orientaciones restantes la rectangular vertical de 1.50x1.80m (Tabla No. 28).

**Bioclimas templados.** El bioclima templado, templado húmedo y templado seco, en donde no se requieren ganancias máximas ni mínimas, sino las intermedias, la ventana convencional a utilizar de las analizadas en esta tesis será cualquiera que no sobrepase el rango de las mayores y menores ganancias térmicas, la cual será la indicada para lograr las ganancias correspondientes (Tabla No. 28).

En la tabla No. 28 del siguiente capítulo se presentan las recomendaciones óptimas del uso de ventanas convencionales, con los resultados en conjunto, se tiene que en los bioclimas cálidos y fríos se tiene una tendencia hacia una cierta orientación de emplazar la vivienda con el mismo tipo de ventana, conforme a que son climas en los cuales se necesitan máximas y mínimas ganancias de calor, pero en el bioclima templado va a variar en cada uno de los que se encuentran contempladas en este tipo de clima, como para la orientación y el tipo de ventana.

## 5.5. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO CON VENTANAS NO CONVENCIONALES UTILIZADAS EN VIVIENDAS

Asimismo que en las evaluaciones térmicas anteriores, también se llevo a cabo para ventanas no convencionales, en donde se realiza el cálculo por conducción y radiación, basado en el diseño inicial y constructivo de la vivienda de interés social tomada para este análisis y solo supliendo la geometría de ventana no convencional, tal y como fue encontrada, teniendo en cuenta la proporción de la ventana del baño, las cuales son estudiadas para los diferentes bioclimas de México y en las principales orientaciones, por lo que enseguida se presentan las evaluaciones:

### 5.5.1. VENTANA CIRCULAR

**Bioclimas cálidos.** Realizando el análisis de la ventana circular de 1m de diámetro en los bioclimas cálidos, se puede notar en la gráfica No. 57 las ganancias térmicas en cada uno de ellos, notando que el cálido seco (Mexicali) es el clima que mayor ganancia de calor obtiene en las cuatro orientaciones y el cálido semihúmedo (Colima) la menor, cabe resaltar que a través de la ventana con geometría circular de 1m de diámetro, la orientación en la que la vivienda obtiene mayores ganancias de calor, es la Oeste, mientras que en el cálido húmedo (Villahermosa) es la Este y las menores en la Norte.

En los bioclimas cálidos se necesita utilizar este tipo de ventana en la orientación en la que menor ganancia de calor se adquiera, siendo para el bioclima cálido húmedo la Este y para el cálido seco y semihúmedo la Oeste (Tabla No. 29).

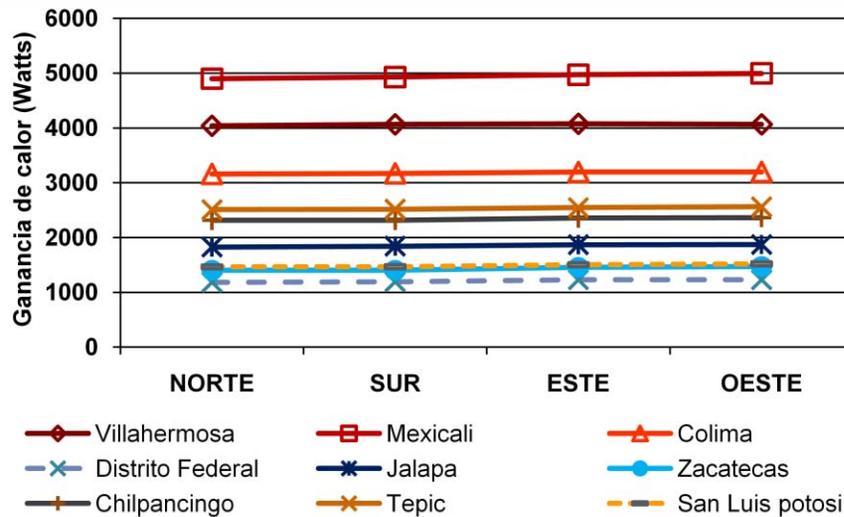
**Bioclimas fríos.** En la misma gráfica se distinguen los resultados utilizando la ventana circular de 1m de diámetro en los diferentes bioclimas semifríos que se encuentran en México, destacando que el semifrío húmedo (Jalapa) es el que mayor ganancia de calor obtiene, en contraste del semifrío (Distrito Federal). Además de que en los tres bioclimas la geometría circular gana más calor cuando la vivienda se encuentra emplaza al Oeste y menor cuando esta al Norte.

A través de la ventana circular se necesita adquirir mayores ganancias térmicas en estos bioclimas, por lo que se logra si la vivienda es emplazada al Oeste (Tabla No. 29).

**Bioclimas templados.** Para estos bioclimas tenemos que la ventana circular, situando a la vivienda al Oeste consigue mayores ganancias de calor y cuando esta al Norte menores. Por lo que en la grafica se puede apreciar la diferencia de ganancias entre cada bioclima templado, resaltando que el bioclima templado húmedo (Tepic) es el que consigue mayor ganancia de calor, seguido del templado (Chilpancingo) y posteriormente el templado seco (San Luis Potosí).

En estos bioclimas templados tienen un porcentaje mayor de elegir la orientación de la vivienda, acorde a que se necesita mantener un equilibrio de sus ganancias, cuidando que no sean máximas ni mínimas, por lo que la elección de la orientación es la Sur u Este (Tabla No. 29).

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANA CIRCULAR DE 1M DE DIAM.**



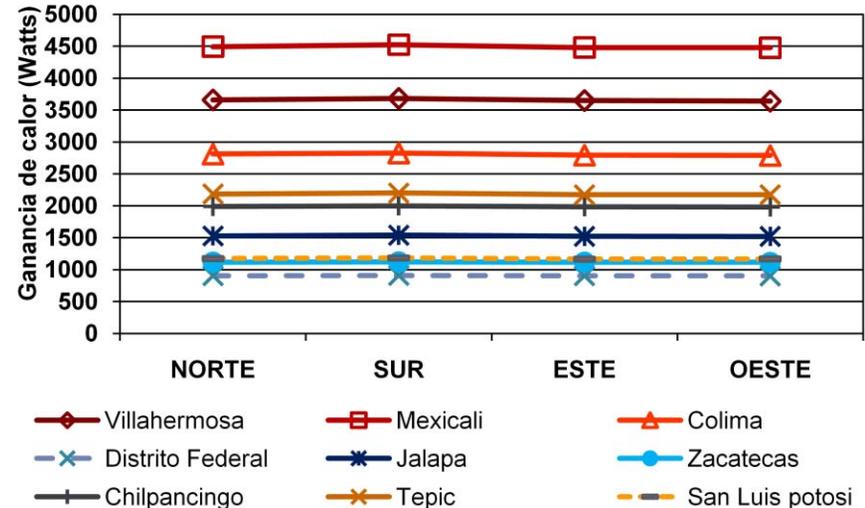
Gráfica No. 57 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana circular de 1m de diámetro.

**5.5.2. VENTANA “OJO DE BUEY”**

**Bioclimas cálidos.** Se tiene que la ventana ojo de buey de 0.50x0.50m en la orientación Sur ganará mayor calor, inverso en la orientación Oeste, por lo demás se tiene que en el bioclima cálido seco (Mexicali) con la geometría circular en las cuatro orientaciones se logra superiores ganancias térmicas, en segundo sitio tenemos al cálido húmedo (Villahermosa) y finalmente al cálido semihúmedo (Colima). (Gráfica No. 58).

En bioclimas cálidos con este tipo de ventana en la orientación Oeste se podrá tener lo mínimo de las ganancias térmicas en la vivienda (Tabla No. 29).

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANA OJO DE BUEY DE 0.50X0.50M.**



Gráfica No. 58 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana ojo de buey de 0.50x0.50m.

**Bioclimas Fríos.** En la misma grafica podemos constatar que mediante la utilización de la ventana conocida como ojo de buey se provee de mayor calor cuando la vivienda con este tipo de geometría de ventana está orientada al Sur y menores ganancias al Oeste. Al mismo tiempo podemos distinguir que para la ciudad de Jalapa representativa del semifrío húmedo se generan superiores ganancias térmicas, pasando lo opuesto en el Distrito Federal considerada para el semifrío.

el cálido húmedo (Villahermosa) y semihúmedo las menores se obtendrán en la Oeste y para el cálido seco en la Norte.

Para la utilización de esta ventana en bioclimas fríos se tendrán que orientar hacia el Sur para conseguir el mayor aumento en las ganancias térmicas (Tabla No. 29).

**Bioclimas Templados.** Para estos bioclimas podemos decir que las ganancias máximas con la ventana ojo de buey se adquieren en la orientación Sur, mientras que las mínimas varían, en la ciudad tipo para el bioclima templado (Chilpancingo) es la Oeste asimismo en el templado húmedo (Tepic) y para San Luis Potosí perteneciente al templado seco es la Este. No obstante comparando los bioclimas, el semifrío húmedo tiene una mayor ganancia de calor, el semifrío seco una ganancia intermedia y el semifrío una ganancia de calor baja. (Grafica No. 58).

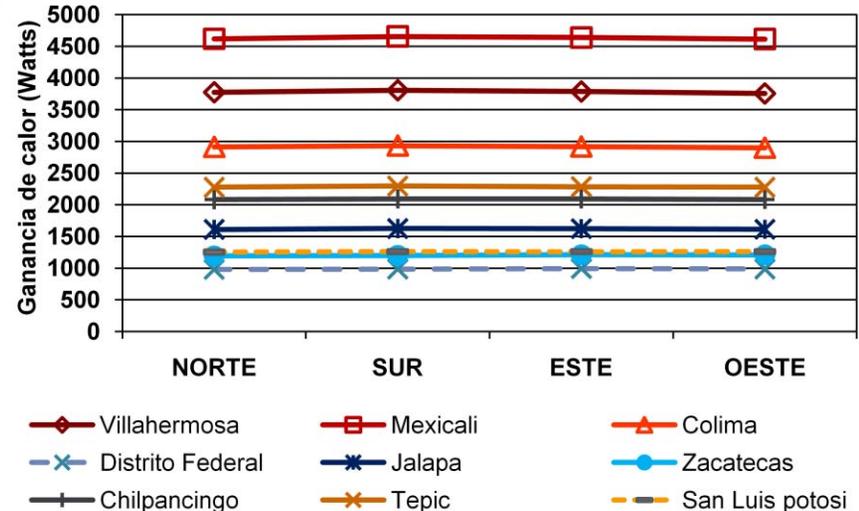
Para estos bioclimas se requiere tener ganancias térmicas intermedias que no generen ni mayores y menores ganancias de calor por lo que con la utilización de este tipo de geometría se conseguirá a través de la orientación Norte, además de la Este para el bioclima templado y la Oeste en el templado húmedo y seco (Tabla No. 29).

### 5.5.3. VENTANA OVALADA

**Bioclimas cálidos.** Mediante los datos arrojados en las ganancias de calor por conducción y radiación en estos bioclimas, de los que se pueden percibir en la grafica No. 59, se obtuvo que utilizando la ventana con geometría ovalada de 0.40x1.0m, se gana mayor calor en el clima cálido seco (Mexicali) y menor calor en el cálido semihúmedo (Colima), además de que por orientación, la Sur en comparación con las demás es la que obtiene máximas ganancias térmicas mientras que para

Se tiene que para este tipo de ventana analizada en bioclimas cálidos se recurra a la orientación Oeste para los bioclimas cálido húmedo y semihúmedo y para el cálido seco la Norte que son en las que se obtendrá mayores ganancias térmicas (Tabla No. 29).

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANA OVALADA DE 0.40X1.0M.**



Gráfica No. 59 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana ovalada de 0.40x1.0m.

**Bioclimas Fríos.** En la evaluación de estos bioclimas tenemos que en la orientación Norte mediante la utilización de la ventana ovalada

se adquieren en estos bioclimas ganancias de calor mínima, contrario en la orientación Este.

Por lo que en la gráfica No. 59 se puede notar que comparando las ganancias de los bioclimas semifríos existen notables diferencias de ganancias de calor, donde en el semifrío húmedo (Jalapa) obtiene la mayor, después el semifrío seco (Zacatecas) y por último el semifrío (Distrito Federal).

Para el caso de los bioclimas fríos con el uso de la ventana analizada y lograr las mayores ganancias térmicas, se tendrá que emplazar la vivienda hacia el Este (Tabla No. 29).

**Bioclimas Templados.** En la misma gráfica, en donde se proyectan los datos de los bioclimas templados se encontró que al orientar la vivienda al Sur con la ventana ovalada de 0.40x1.0m, se genera mayor ganancia de calor, por lo que en la orientación Norte en la ciudad de Chilpancingo con bioclima templado y San Luis Potosí templado seco, adquieren menores ganancias térmicas y para Tepic templado húmedo en la orientación Oeste. Asimismo se puede verificar en la grafica que el bioclima templado seco se consigue menores ganancias de calor, en segundo el templado, hasta llegar al que adquiere mayores ganancias que es templado húmedo.

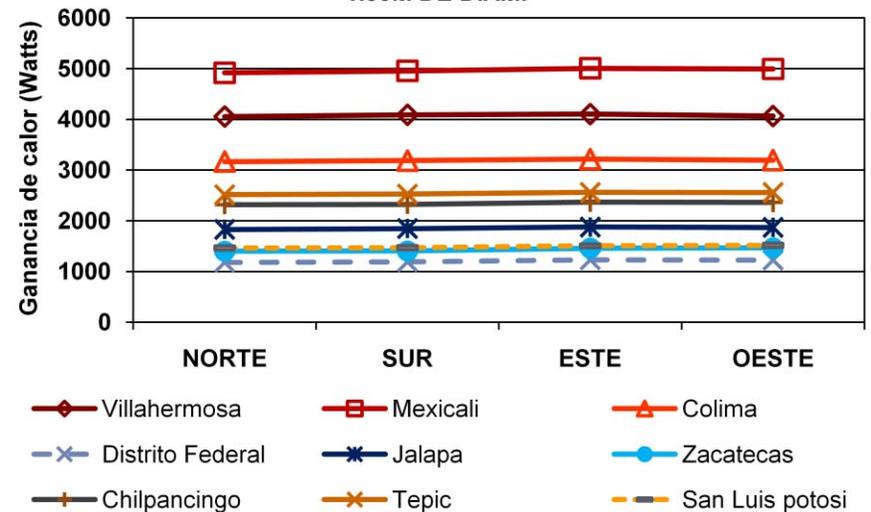
En los lugares que se presentan bioclimas templados, es necesario emplazar las viviendas al Este, aparte de que en los bioclimas templado y templado seco se obtendrá una segunda opción de orientación la cual es al Oeste y en el templado húmedo al Norte (Tabla No. 29).

#### 5.5.4. VENTANA SEMICIRCULAR

**Bioclimas cálidos.** Utilizando la ventana semicircular de 1.50m de diámetro en la orientación Este para los bioclimas cálidos obtienen mayor ganancia de calor y las menores en la orientación Norte (Gráfica No. 60).

Esta ventana para que alcance las ganancias de calor mínimas en la vivienda tipo apropiadas para los bioclimas cálidos tendrá que ser emplazada hacia la orientación Norte (Tabla No. 29).

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANA SEMICIRCULAR DE 1.50M DE DIAM.**



Gráfica No. 60 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana semicircular de 1.50m de diámetro.

**Bioclimas Fríos.** Las ganancias térmicas más altas para el bioclima semifrío (Distrito Federal) y semifrío húmedo (Jalapa), utilizando la ventana semicircular, lo van a conseguir en la orientación Este, y para el bioclima semifrío seco (zacatecas) en la orientación Oeste, y en la orientación Norte para dichos bioclimas consiguen mínimas ganancias de calor (Gráfica No. 60).

Dado el caso de los bioclimas fríos se necesita que a través de esta ventana brinde las ganancias máximas, lo cual se podrá alcanzar en el bioclima semifrío y semifrío húmedo en la orientación Este y para Zacatecas con bioclima semifrío seco al Oeste (Tabla No. 29).

**Bioclimas Templados.** De acuerdo a la gráfica No. 60 en el bioclima templado y templado húmedo las ganancias de calor que adquieren en la vivienda con la ventana semicircular, cuando es orientada al Este y en el bioclima templado seco al Oeste tienden a ganar mayor calor por lo que las menores ganancias obtenidas del análisis térmico resultaron en la orientación Norte.

Las ganancias medias obtenidas en la vivienda tipo serán las aptas para bioclimas templados, por lo que en el templado y templado húmedo se darán al Sur y Oeste mientras que para el templado húmedo al Sur y Este (Tabla No. 29).

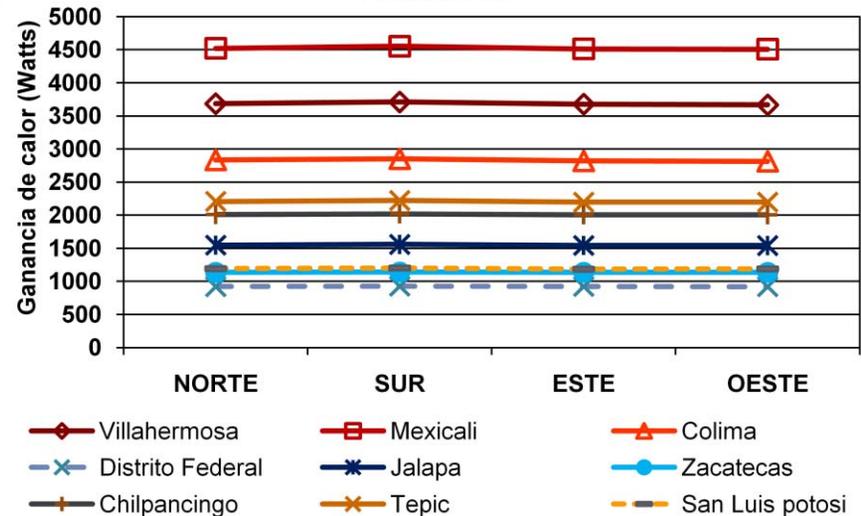
### 5.5.5. VENTANA TRIANGULAR

**Bioclimas cálidos.** Al hacer el análisis térmico con una geometría de ventana triangular de 0.60x0.50m en las ciudades consideras para estos bioclimas cálidos se tuvo que las ganancias de calor mínimas se

dan en la orientación Oeste y las máximas en la orientación Sur (Gráfica No. 61).

En bioclimas cálidos se debe de localizar la vivienda con la implementación de la ventana evaluada, en donde obtenga ganancias de calor bajas siendo la orientación Oeste (Tabla No. 29).

**GANANCIA DE CALOR TOTAL EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO UTILIZANDO VENTANA TRIANGULAR DE 0.60X0.50M.**



Gráfica No. 61 Ganancias de calor en la vivienda tipo, en las principales orientaciones en las ciudades representativas de los bioclimas de México, utilizando una ventana triangular de 0.60m de base por 0.50m de altura.

**Bioclimas Fríos.** En la misma gráfica de ganancias de calor utilizando la ventana triangular para la ciudad del Distrito Federal con un bioclima semifrío así como para Jalapa con bioclima semifrío húmedo sus ganancias térmicas mínimas las adquieren en la orientación Oeste y para

el bioclima semifrío seco en la orientación Norte, para estos bioclimas la orientación Sur van a tener mayores ganancias de calor.

Se pretende que con los bioclimas fríos adquieran con la ventana triangular la orientación con cantidades altas de calor, conforme al análisis térmico este se da en la orientación Sur (Tabla No. 29).

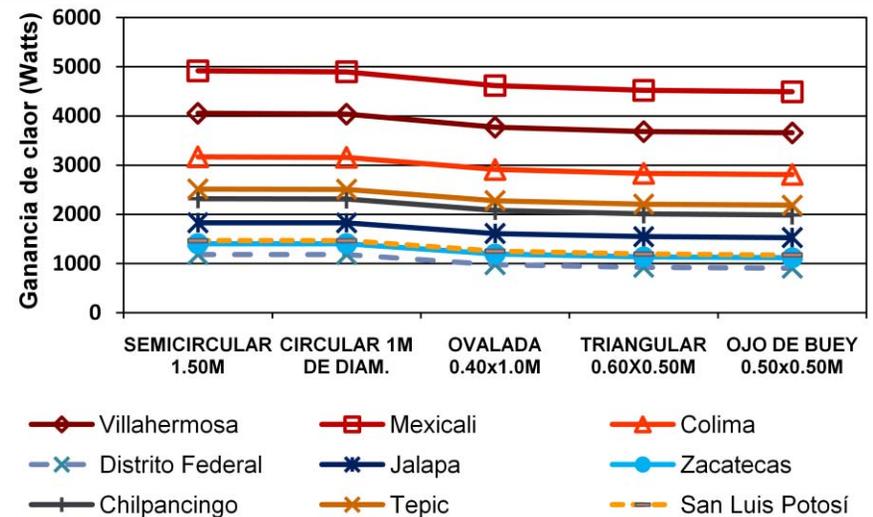
**Bioclimas Templados.** Para este tipo de bioclimas con la ventana triangular en las ciudades de Tepic y San Luis potosí con bioclimas cálido húmedo y seco respectivamente las ganancias de calor mínimas van a lograrse en la orientación Este y para el templado en la ciudad de Chilpancingo en el Oeste, por lo que las máximas se van a dar en la orientación Sur.

Siendo los bioclimas templados con mayor accesibilidad hacia la cual orientar la vivienda por el hecho de decidir entre las orientaciones que adquieren las ganancias de calor medias, por lo que para este caso se puede decir que en el templado húmedo y seco se tiene la opción de emplazar hacia la orientación Norte y Oeste, y en el templado en el que también tiene dos opciones al Norte y Este (Tabla No. 29).

### 5.5.6. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS DE LAS VENTANAS NO CONVENCIONALES EN LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO

En seguida se comparan por orientación las ventanas no convencionales para conocer la diferenciación que tienen respecto a las ganancias térmicas que adquirieron en la evaluación realizada en la vivienda, lo cual se podrá observar en las graficas siguientes:

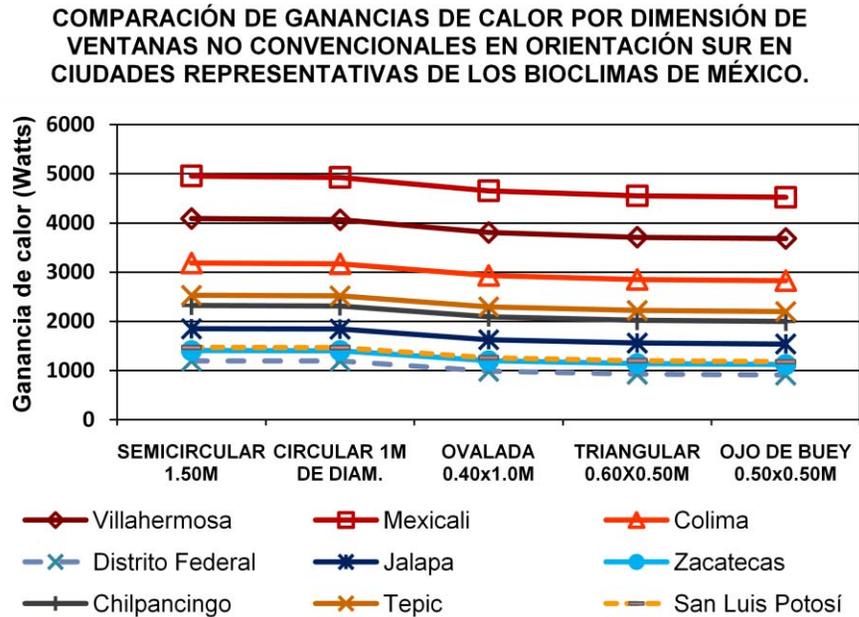
**COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS NO CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN NORTE EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.**



Gráfica No. 62 Comparación de ganancias de calor en la vivienda tipo, en la orientación Norte en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas no convencionales.

En la gráfica No. 62 se puede apreciar las ganancias térmicas en la orientación "Norte" obtenidas del análisis en la vivienda tipo utilizando ventanas no convencionales, teniendo que para los bioclimas de México la ventana semicircular de un metro y medio de diámetro tal y como fue encontrada en el levantamiento, es la que mayor ganancia de calor tiene, seguida por la ventana circular de un metro de diámetro, después la geometría de ventana ovalada, consecuentemente la ventana triangular y por último la ventana ojo de buey que es la que menor ganancia consigue.

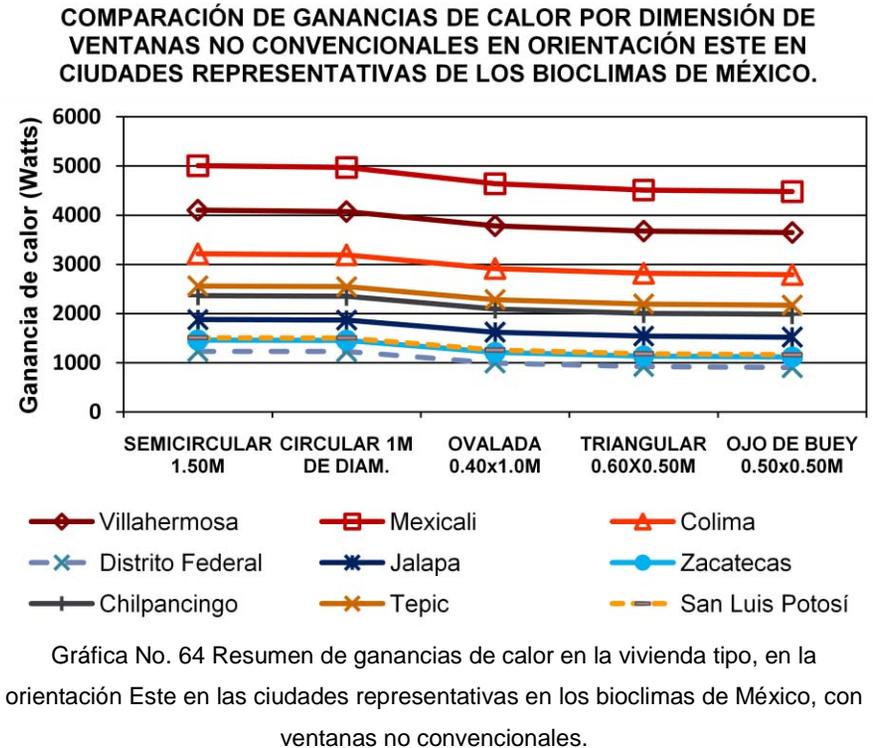
También se puede apreciar en las siguientes gráficas 63-65 cómo se comporta las ventanas no convencionales en las orientaciones restantes, en donde los resultados son semejantes a lo que se obtiene en la orientación Norte referente a la ganancia de calor de mayor hasta la menor que obtiene las geometrías de ventana, presentando una diferenciación entre las cantidades de calor adquiridas por bioclima.



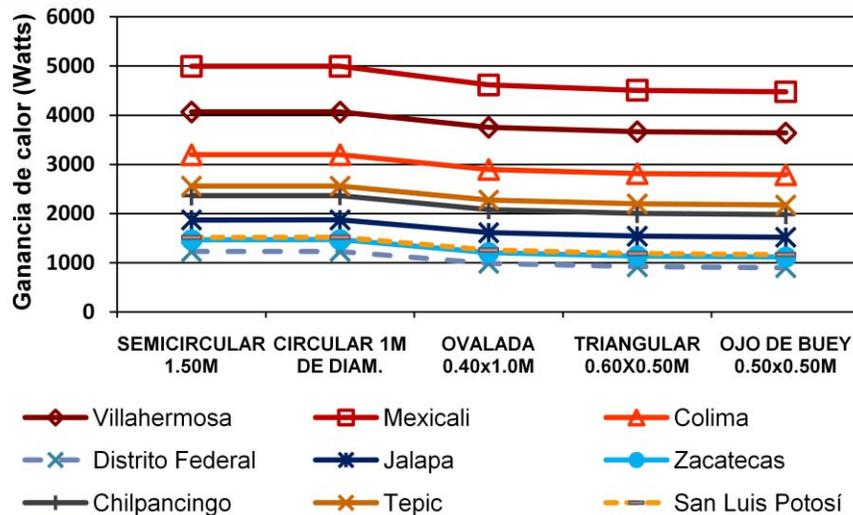
Gráfica No. 63 Comparación de ganancias de en la vivienda tipo, en la orientación Sur en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas no convencionales.

Además de que el comportamiento térmico que se da en los bioclimas de México siempre se exhibe una misma tendencia, concerniente a que en los bioclimas cálidos la ciudad de Mexicali, Villahermosa, Colima, va a ser el orden de mayor a menor de ganancia de

calor que logran, sucediendo en los templados de la siguiente manera, Tepic, Chilpancingo y San Luis Potosí y para los climas fríos es primeramente Jalapa, Zacatecas, Distrito Federal.



**COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS NO CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN OESTE EN CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.**



Gráfica No. 65 Resumen de ganancias de en la vivienda tipo, en la orientación Oeste en las ciudades representativas de los bioclimas de México, con ventanas no convencionales.

Mediante la evaluación de este tipo de ventanas no convencionales se puede especificar con exactitud hacia qué tipo de bioclima se recomienda su uso, conforme a la comparación realizada de sus ganancias térmicas que adquiere cada una. Por lo que a continuación se describe el criterio a usar las ventanas no convencionales en bioclimas cálidos, templados y húmedos (Tabla No. 30).

**Bioclimas cálidos.** Por las características climáticas que se presentan en los lugares con este tipo de clima la ventana ojo de buey contribuirían en obtener menores ganancias de calor.

**Bioclimas fríos.** La ventana semicircular conforme a que consigue mayores ganancias de calor en comparación con las demás geometrías de ventana no convencionales analizadas, sería la correcta a manipular en estos climas.

**Bioclimas templados.** Se requiere de la ventana que logre ganancias de calor intermedia, el cual resultado de esta comparación la geometría de ventana circular, la ovalada o la triangular.

En la tabla No. 30 podemos observar que la orientación de la vivienda con el uso de ventanas no convencionales, es diferente en cada bioclima, de lo cual, algunos de ellos coinciden en algunas orientaciones así como el tipo de ventana, por lo tanto no existe alguna predisposición continua en estos bioclimas hacia la elección de la orientación y geometría de ventana.

## **.6. COMPARACIÓN DE LAS GANANCIAS TÉRMICAS DE LAS VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**

Se realiza una comparación de las ganancias de calor obtenida en las diferentes ventanas analizadas tanto para las que se emplean en la vivienda de interés social como las que no, para saber qué diferencia obtienen entre cada una, aplicada a los diferentes bioclimas de México.

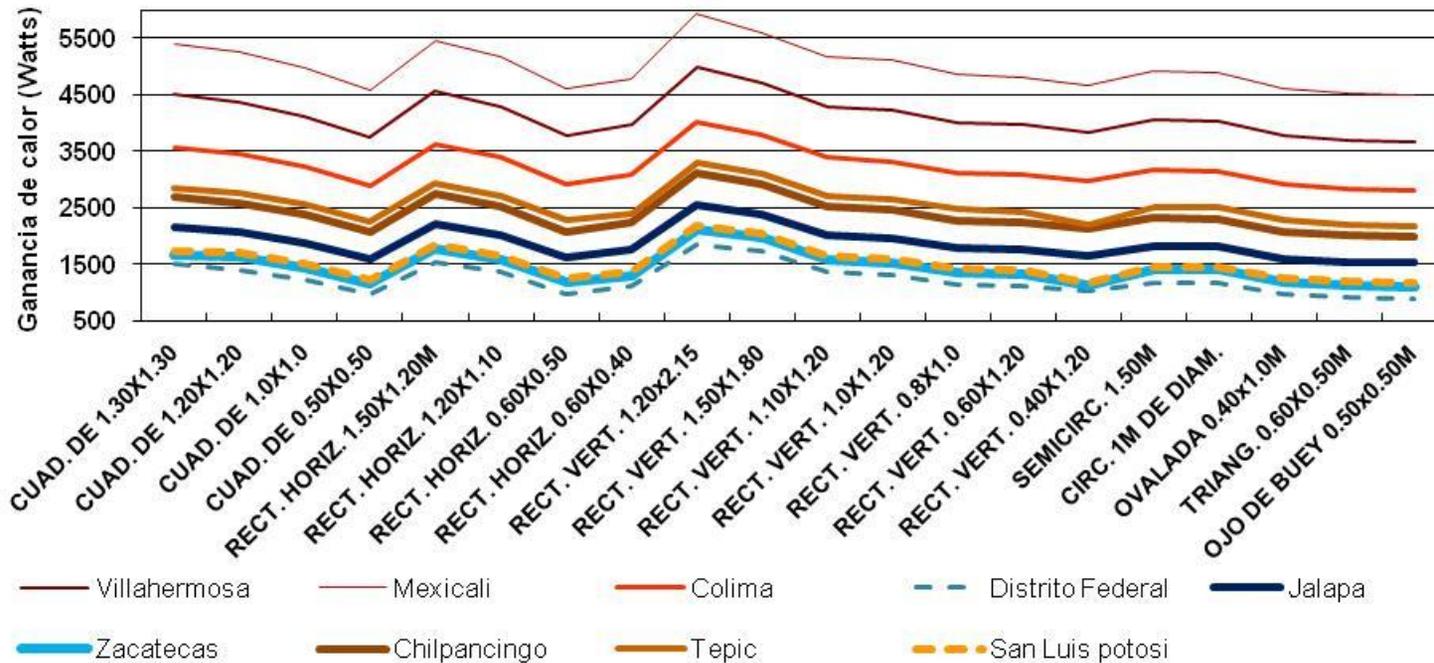
Por lo que a continuación se muestran las graficas por orientación en donde se contrastan las ganancias térmicas mediante la utilización de cada una de las ventanas.

En la gráfica No. 66 se puede observar en conjunto las ventanas analizadas anteriormente, de lo cual se menciona de una escala de mayor a menor la ganancia de calor que obtuvieron en la orientación Norte, de lo que se tiene en primer sitio a la ventana:

- Rectangular vertical 1.20x2.15m,
- Rectangular vertical 1.50x1.80m,
- Rectangular horizontal 1.50x1.20m,
- Cuadrada 1.30x1.30m,

- Cuadrada 1.20x1.20m,
- Rectangular horizontal 1.20x1.10m,
- Rectangular vertical 1.10x1.20m,
- Rectangular vertical 1.0x1.20m,
- Cuadrada 1.0x1.0
- Semicircular 1.50m diámetro,
- Circular 1.0m diámetro
- Rectangular vertical 0.80x1.0m,
- Rectangular vertical 0.60x1.20m,
- Rectangular horizontal 0.60x0.40m,
- Rectangular vertical 0.40x1.20m,
- Rectangular horizontal 0.60x0.50m,
- Ovalada 0.40x1.0m,
- Cuadrada 0.50x0.50m,
- Triangular 0.60x0.50m,
- Ojo de buey 0.5x0.5m.

### COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN NORTE EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.

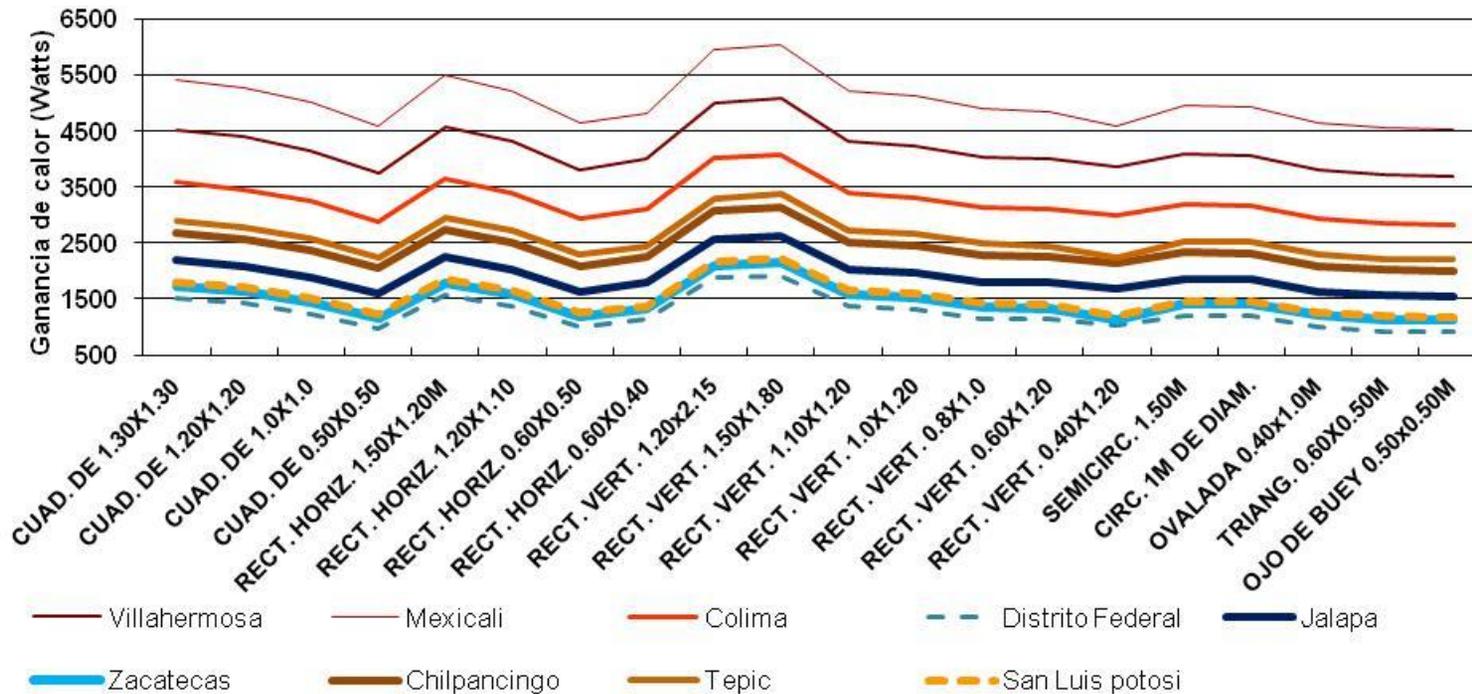


Gráfica No. 66 Comparación de ganancias de calor de ventanas convencionales y no convencionales, en las ciudades representativas de los bioclimas de México, orientada la vivienda tipo al "Norte".

Posteriormente se muestran en las graficas de las demás orientaciones las ganancias térmicas de estas mismas ventanas, de lo cual se presenta la misma predisposición de escala referente a la ganancia de calor que obtienen en la orientación Norte, solo cambia las cantidades de calor para cada uno de los bioclimas de México.

Cabe mencionar que en la orientación Sur (Gráfica No. 67) la ventana que mayor ganancia de calor consigue es la rectangular vertical de 1.50x1.80m, además de presentar variaciones de ganancias de calor sea máxima o mínima entre las ventanas rectangulares horizontales de 0.60x0.50m y la ovalada, en los bioclimas de México.

### COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN SUR EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.



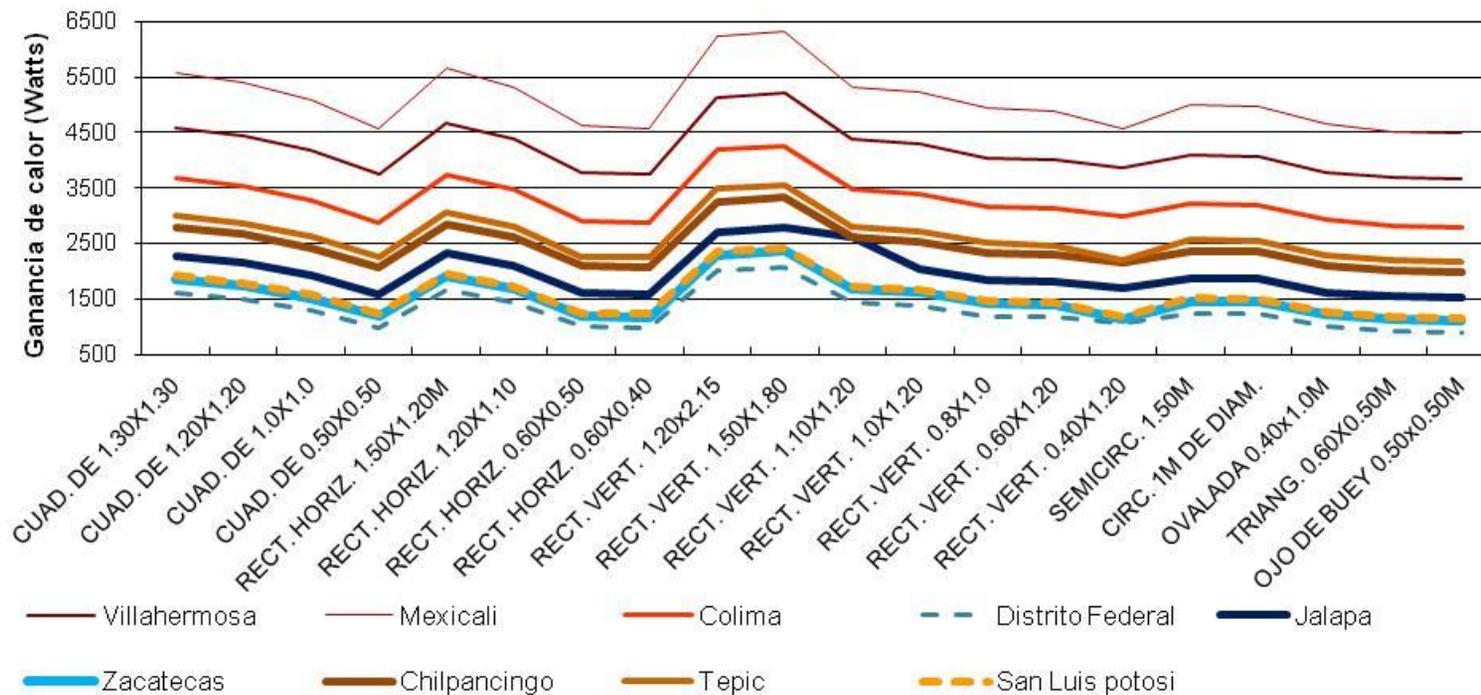
Gráfica No. 67 Comparación de ganancias de calor por conducción y radiación de geometrías de ventana convencional y no convencional, en las ciudades tipo de los Bioclimas de México, orientada la vivienda tipo al “Sur”.

Para la orientación Este (Gráfica No. 68) coincide con la orientación Sur en la ventana que mayor calor obtiene, pero presenta diferencias de ganancias de calor concerniente al orden de la lista de ventanas de la orientación Norte, de acuerdo que hasta la ventana rectangular vertical de 0.60x1.20 las ganancias de calor se mantienen, cambiando, el orden de ganancias de calor después de esta ventana, sigue una rectangular vertical de 0.40x1.20m, ovalada, rectangular

horizontal 0.60x0.50m, cuadrada de 0.50x0.50m, y una rectangular horizontal 0.60x0.40m, en donde las dos últimas se mantienen como en la lista.

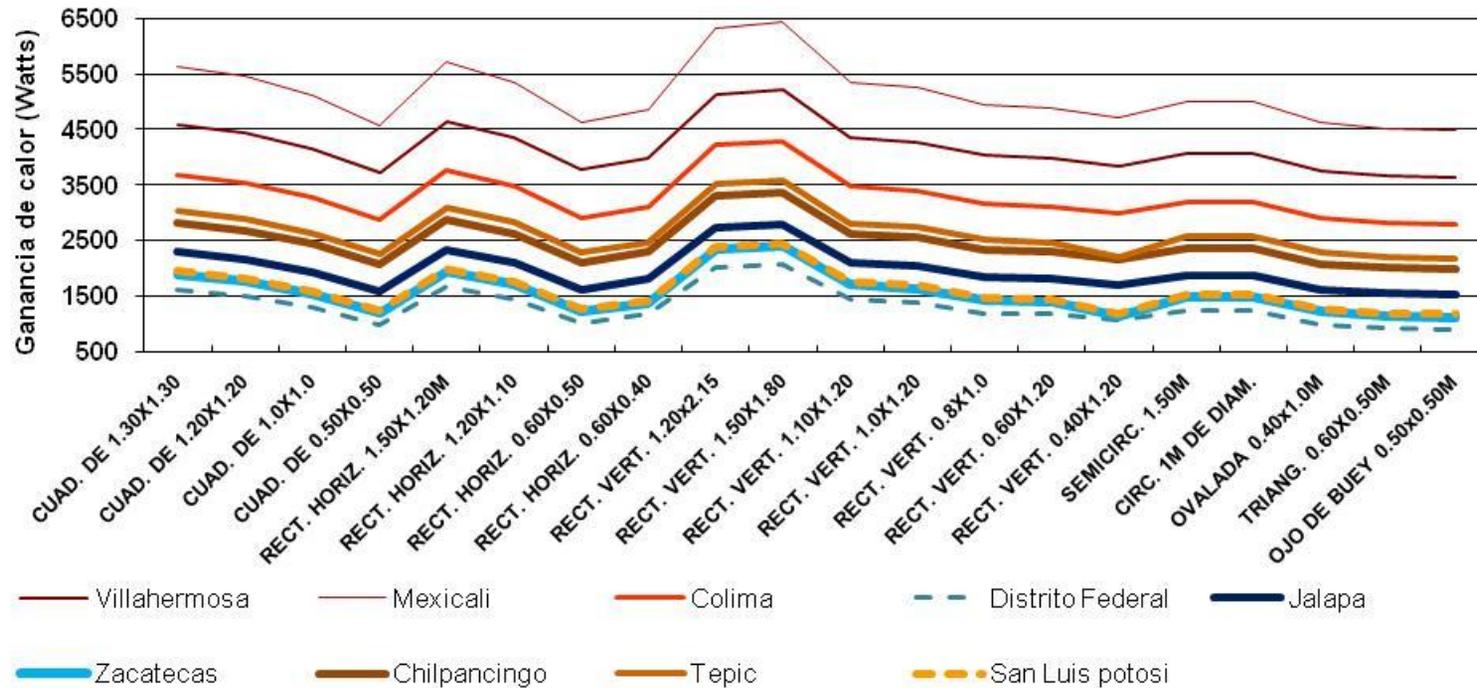
Para la orientación Oeste (Gráfica No. 69) consigue el mismo orden de las ganancias de calor obtenidas en las ventanas en la orientación Norte, variando la cantidad de Watts en cada bioclima.

**COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN ESTE EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.**



Gráfica No. 68 Comparación de ganancias de calor de ventanas convencionales y no convencionales, en las ciudades representativas de los bioclimas de México, orientada la vivienda tipo al “Este”.

**COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR POR DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN ORIENTACIÓN OESTE EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.**



Gráfica No. 69 Comparación de ganancias de calor de ventanas convencionales y no convencionales, en ciudades representativas de los Bioclimas de México, orientada la vivienda tipo al “Oeste”.

Anteriormente se dio a conocer información sobre la ventana apropiada, respecto a las ventanas que son utilizadas en viviendas de interés social y las ventanas que no son convencionales para este tipo de vivienda considerada, por lo cual se procedió a conjuntar la información térmica de

ambas, para definir del total de las ventanas analizadas, la más viable para cada bioclima (Tabla No. 31).

**Bioclimas cálidos.** De la información obtenida en la confrontación de ventanas marcando un margen de selección de tres ventanas para contemplar un criterio más amplio, se tiene que a través de la ventana ojo de buey, la ventana triangular y la ventana cuadrada de

0.50x0.50m, se adquieren mínimas ganancias de calor, por lo que para estos bioclimas sería lo que se requiere.

**Bioclimas fríos.** Para estos bioclimas debemos de seleccionar aquellas ventanas en las cuales se gane mayores cantidades térmicas que provean de calor al interior, de las cuales también se consideraron tres ventanas siendo estas la ventana rectangular vertical de 2.15x1.20, La rectangular vertical de 1.50x1.80m y la rectangular horizontal de 1.50x1.20.

**Bioclimas templados.** En estos bioclimas se necesitan mantener ganancias de calor neutra, por lo que mediante el análisis de ganancias de calor desarrollado a través de las ventanas, se logrará a través de la geometría de ventana que no rebasen las ganancias máximas y mínimas sino aquellas que se mantengan entre estas.

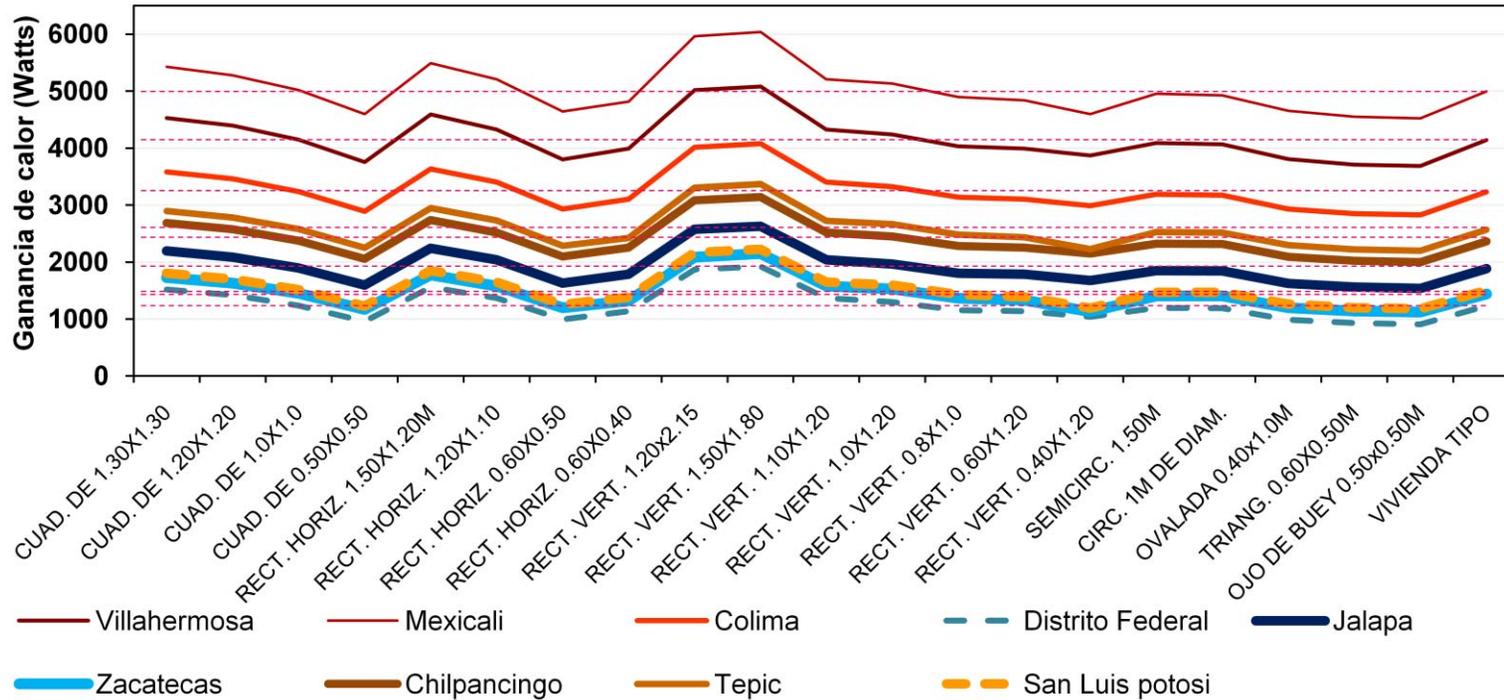
Se presenta de manera resumida los datos conjuntados en la tabla No. 31, para dar mayor claridad a la información arrojada en los análisis anteriores, referente a la orientación y dimensión de ventana adecuada en cada bioclima de la Republica Mexicana.

### 5.7. COMPARACIÓN DE GANANCIAS TÉRMICAS ENTRE EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO INICIAL DE LA VIVIENDA TIPO CON EL CAMBIO DE DIMENSIÓN DE VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES

Se realiza una comparación de las ganancias de calor que obtiene el diseño arquitectónico de la vivienda tipo para cada una de las ciudades representativas de los bioclimas de México, con las ganancias de calor que obtiene al implementar diferentes dimensiones de ventana en la vivienda, el análisis se considera tomando de referencia a la orientación Sur, que es hacia dónde va a estar emplazada la fachada principal.

En la gráfica No. 70 se muestra, las ganancias de calor adquiridas por la vivienda tipo, confrontado con lo que se obtiene implementando diferentes dimensiones de ventanas, por lo que la ganancias térmicas obtenidas varían en función del dimensionamiento de la ventana, es decir con ventanas de mayor superficie incrementara el calor y con menor superficie disminuirá, por consiguiente las ganancias de calor de la vivienda tipo se encuentran intermedias entre las ganancias de calor de las ventanas evaluadas.

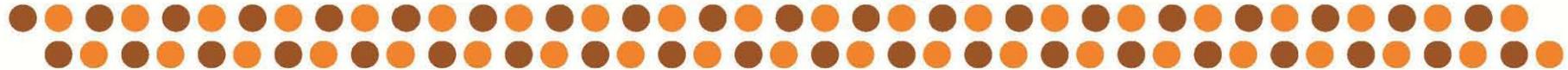
### COMPARACIÓN DE GANANCIAS DE CALOR ENTRE EL DISEÑO INICIAL DE LA VIVIENDA TIPO CON EL CAMBIO DE DIMENSIÓN DE VENTANAS EN ORIENTACIÓN SUR EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO.



Gráfica No. 70 Comparación de ganancias de calor entre la vivienda tipo y con la implementación de ventanas convencionales y no convencionales, en ciudades representativas de los Bioclimas de México, orientada la vivienda al "Sur".

# CAPITULO 6

## Recomendación para el diseño de las ventanas y orientación de la vivienda en México



## 6. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS VENTANAS Y ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

6.1. RECOMENDACIONES POR ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO					
BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	ORIENTACIÓN DE VIVIENDA TIPO			
		NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Cálido Húmedo	Villahermosa	●			
Cálido Seco	Mexicali		●		
Cálido Semihúmedo	Colima		●		
Semifrío	Distrito Federal				●
Semifrío Húmedo	Jalapa			●	
Semifrío Seco	Zacatecas		●		
Templado	Chilpancingo	●			
Templado Húmedo	Tepic			●	
Templado Seco	San Luis Potosí			●	

● Orientación óptima

Tabla No. 24 Recomendaciones para la orientación óptima de la vivienda tipo, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

6.2. RECOMENDACIÓN PARA LA ORIENTACIÓN ÓPTIMA DE LAS FACHADAS DE LA VIVIENDA EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO																	
BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	FACHADA PRINCIPAL				FACHADA RECAMARAS				FACHADA BAÑO				FACHADA COLINDANTE			
		N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O
Cálido Húmedo	Villahermosa	↑				↑				↑				↑			
Cálido Seco	Mexicali	↑				↑				↑				↑			
Cálido Semihúmedo	Colima	↑				↑				↑				↑			
Semifrío	Distrito Federal			→					←			→				→	
Semifrío Húmedo	Jalapa			→					←			→				→	
Semifrío Seco	Zacatecas			→					←			→				→	
Templado	Chilpancingo		↓			↓							←				←
Templado Húmedo	Tepic		↓			↓					↓			↓			←
Templado Seco	San Luis Potosí		↓			↓					↓			↓			←
		↑	↓	→	←												
		Orientación óptima al Norte	Orientación óptima al Sur	Orientación óptima al Este	Orientación óptima al Oeste												

Tabla No. 25 Recomendación para la orientación optima de las fachadas de la vivienda en las ciudades representativas de los Bioclimas de México.

6.3. RECOMENDACIÓN PARA FACHADA ÓPTIMA POR ORIENTACIÓN EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO																	
BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	NORTE				SUR				ESTE				OESTE			
		FACHADAS															
		F.P.	F.R.	F.B.	F.C.	F.P.	F.R.	F.B.	F.C.	F.P.	F.R.	F.B.	F.C.	F.P.	F.R.	F.B.	F.C.
Cálido Húmedo	Villahermosa				●				●				●				●
Cálido Seco	Mexicali	●							●				●				●
Cálido Semihúmedo	Colima				●				●				●				●
Semifrío	Distrito Federal		●			●					●				●		
Semifrío Húmedo	Jalapa		●			●					●				●		
Semifrío Seco	Zacatecas		●			●					●				●		
Templado	Chilpancingo	●					●					●				●	
Templado Húmedo	Tepic	●					●					●				●	
Templado Seco	San Luis Potosí			●				●			●					●	
		● Fachada óptima en bioclimas cálidos				● Fachada óptima en bioclimas fríos				● Fachada óptima en bioclimas templados							
		F.P. Fachada Principal				F.R. Fachada de Recamaras				F.B. Fachada de Baño				F.C. Fachada Colindante			

Tabla No. 26 Recomendación para fachada óptima por orientación en cada una de las ciudades representativas de los Bioclimas de México

6.4. RECOMENDACIONES PARA LA ORIENTACIÓN ÓPTIMA PARA EL USO DE VENTANAS CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO (VENTANAS CUADRADAS)																	
BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	VENTANAS CONVENCIONALES															
		CUADRADA 1.30X1.30M.				CUADRADA DE 1.20X1.20				CUADRADA DE 1.0X1.0				CUADRADA DE 0.50X0.50			
		N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O
Cálido húmedo	Villahermosa	↑				↑				↑							←
Cálido Seco	Mexicali	↑				↑				↑						→	
Cálido Semihúmedo	Colima	↑				↑				↑							←
Semifrío	Distrito Federal				←				←				←			→	
Semifrío Húmedo	Jalapa				←				←				←				←
Semifrío Seco	Zacatecas				←				←				←				←
Templado	Chilpancingo	↑				↑				↑						→	
Templado Húmedo	Tepic		↓				↓				↓						←
Templado Seco	San Luis Potosi		↓			↑					↓				↓		
		↑	Orientación óptima al Norte			↓	Orientación óptima al Sur			→	Orientación óptima al Este			←	Orientación óptima al Oeste		

Tabla No. 27 Recomendaciones para la orientación óptima de ventanas convencionales en la vivienda tipo, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

6.5. RECOMENDACIONES PARA LA ORIENTACIÓN ÓPTIMA PARA EL USO DE VENTANAS CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO (VENTANAS RECTANGULARES HORIZONTALES)																	
BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	VENTANAS CONVENCIONALES															
		RECT. HORIZ. 1.50X1.20M.				RECT. HORIZ. 1.20X1.10M.				RECT. HORIZ. 0.60X0.50M.				RECT. HORIZ. 0.60X0.40M.			
		N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O
Cálido húmedo	Villahermosa	↑				↑							←	↑			
Cálido Seco	Mexicali	↑				↑				↑							→
Cálido Semihúmedo	Colima	↑				↑							←				→
Semifrío	Distrito Federal				←				←			→					←
Semifrío Húmedo	Jalapa				←				←		↓						←
Semifrío Seco	Zacatecas				←				←				←				←
Templado	Chilpancingo	↑				↑						→		↑			
Templado Húmedo	Tepic		↓				↓			↑				↑			
Templado Seco	San Luis Potosí	↑				↑				↑				↑			
		↑	Orientación óptima al Sur			→	Orientación óptima al Este			←	Orientación óptima al Oeste						

Tabla No. 27-a Recomendaciones para la orientación óptima de las ventanas convencionales en la vivienda tipo, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

**6.6. RECOMENDACIONES PARA LA ORIENTACIÓN ÓPTIMA PARA EL USO DE VENTANAS CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO (RECTANGULARES VERTICALES)**

BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	VENTANAS CONVENCIONALES																															
		RECT. VERT. 1.20X2.15M.				RECT. VERT. 1.50X1.80M.				RECT. VERT. 1.10X1.20M				RECT. VERT. DE 1.0X1.20M				RECT. VERT. DE 0.80X1.0M				RECT. VERT. DE 0.60X1.20M.				RECT. VERT. DE 0.40X1.20M.							
		N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O				
Cálido húmedo	Villahermosa	↑				↑				↑				↑				↑				↑				↑							←
Cálido Seco	Mexicali	↑				↑				↑				↑				↑				↑											→
Cálido Semihúmedo	Colima	↑				↑				↑					↓			↑				↑				↑							
Semifrío	Distrito Federal				←				←				←				←				←				→				→				
Semifrío Húmedo	Jalapa				←				←				→				←				←				→				→				
Semifrío Seco	Zacatecas				←				←				←				←				←				←				→				
Templado	Chilpancingo	↑					↓			↑				↑					↓				↓				↓						
Templado Húmedo	Tepic	↑					↓				↓				↓				↓				↓						→				
Templado Seco	San Luis Potosí	↑					↓			↑					↓				↓			↑							→				
		↑	Orientación óptima al Norte				↓	Orientación óptima al Sur				→	Orientación óptima al Este				←	Orientación óptima al Oeste															

Tabla No. 27-b Recomendaciones para la orientación óptima de ventanas convencionales en la vivienda tipo, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

**6.7. RECOMENDACIONES OPTIMAS DEL USO DE VENTANAS CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**

BIOCLIMA	CIUDAD	CUAD. DE 1.30X1.30M	CUAD. DE 1.20X1.20M	CUAD. DE 1.0X1.0M	CUAD. DE 0.50X0.50M	RECT. HORIZ. DE 1.50X1.20M	RECT. HORIZ. DE 1.20X1.10M	RECT. HORIZ. DE 0.60X0.50M	RECT. HORIZ. DE 0.60X0.40M	RECT. VERT. DE 1.20X2.15M	RECT. VERT. DE 1.50X1.80M	RECT. VERT. DE 1.10X1.20M	RECT. VERT. DE 1.0X1.20M	RECT. VERT. DE 0.80X1.0M	RECT. VERT. DE 0.60X1.20M	RECT. VERT. DE 0.40X1.20M	
Cálido Húmedo	Villahermosa				●			●	●								
Cálido Seco	Mexicali				●			●								●	
Cálido Semihúmedo	Colima				●			●	●								
Semifrío	Distrito Federal									●	●						
Semifrío Húmedo	Jalapa									●	●						
Semifrío Seco	Zacatecas									●	●						
Templado	Chilpancingo																
Templado Húmedo	Tepic	●	●	●		●	●					●	●	●	●		
Templado Seco	San Luis Potosí	●	●	●		●	●					●	●	●	●		
		● Ventana óptima en bioclimas cálidos				● Ventana óptima en bioclimas fríos					● Ventana óptima en bioclimas templados						

Tabla No. 28 Recomendaciones para las ventanas convencionales optimas a emplear en la vivienda tipo, en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

6.8. RECOMENDACIONES PARA LA ORIENTACIÓN ÓPTIMA PARA EL USO DE VENTANAS NO CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO																					
BIOCLIMA	CIUDAD	VENTANAS NO CONVENCIONALES																			
		CIRCULAR DE 1M DE DIAM.				OJO DE BUEY 0.50x0.50m				OVALADA 0.40x1.0				SEMICIRCULAR 1.50M DE DIAM.				TRIANGULAR DE 0.60X0.50M			
		N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O
Cálido húmedo	Villahermosa			→					←				←	↑							←
Cálido Seco	Mexicali				←				←	↑				↑							←
Cálido Semihúmedo	Colima				←				←				←	↑							←
Semifrío	Distrito Federal				←		↓					→				→			↓		
Semifrío Húmedo	Jalapa				←		↓					→				→			↓		
Semifrío Seco	Zacatecas				←		↓					→					←		↓		
Templado	Chilpancingo		↓					→					←		↓					→	
Templado Húmedo	Tepic		↓						←	↑					↓						←
Templado Seco	San Luis Potosí		↓						←			→			↓						←
		↑	Orientación óptima al Norte			↓	Orientación óptima al Sur			→	Orientación óptima al Este			←	Orientación óptima al Oeste						

Tabla No. 29 Recomendaciones para la orientación óptima de ventanas no convencionales en la vivienda tipo en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

6.9. RECOMENDACIONES OPTIMAS DEL USO DE VENTANAS NO CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO						
BIOCLIMA	CIUDAD TIPO	VENTANAS NO CONVENCIONALES				
		CIRCULAR DE 1M DE DIAMETRO	OJO DE BUEY DE 0.50X0.50M	OVALADA DE 0.40X1.0M	SEMICIRCULAR 1.50M	TRIANGULAR DE 0.60X0.50M
Cálido Húmedo	Villahermosa		●			
Cálido Seco	Mexicali		●			
Cálido Semihúmedo	Colima		●			
Semifrío	Distrito Federal				●	
Semifrío Húmedo	Jalapa				●	
Semifrío Seco	Zacatecas				●	
Templado	Chilpancingo	●		●		●
Templado Húmedo	Tepic	●		●		●
Templado Seco	San Luis Potosí	●		●		●
		●	●	●		

Ventana óptima en bioclimas cálidos
  Ventana óptima en bioclimas fríos
  Ventana óptima en bioclimas templados

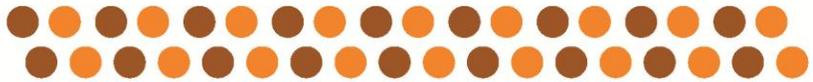
Tabla No. 30 Recomendaciones para las ventanas no convencionales optimas a emplear en la vivienda tipo en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

**6.10. RECOMENDACIONES GENERALES OPTIMAS PARA EL USO DE VENTANAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN LAS CIUDADES REPRESENTATIVAS DE LOS BIOCLIMAS DE MÉXICO**

BIOCLIMA	CIUDAD	OJO DE BUEY DE 0.50X0.50M	TRIANGULAR DE 0.60X0.50M	CUADRADA DE 0.50X0.50M	RECT. VERT. 1.20X2.15M	RECT. VERT. 1.50X1.80M	RECT. HORIZ. DE 1.50X1.20M	Todas las ventanas que se encuentren entre las ganancias máximas y mínimas de las ventanas analizadas.	
Cálido húmedo	Villahermosa	✖	✖	✖					
Cálido Seco	Mexicali	✖	✖	✖					
Cálido Semihúmedo	Colima	✖	✖	✖					
Semifrío	Distrito Federal				✚	✚	✚		
Semifrío Húmedo	Jalapa				✚	✚	✚		
Semifrío Seco	Zacatecas				✚	✚	✚		
Templado	Chilpancingo	Cuadrada de 1.30x1.30, 1.20x1.20, 1.0x1.0 Rectangular horizontal 1.20x1.10m, 0.60x0.40m, 0.60x0.50m Rectangular vertical 1.10x1.20m, 1.0x1.20m, 0.80x1.0m, 0.60x1.20, 0.40x1.20m. Ventanas No convencionales Semicircular 1.50m diam., Circular 1.0m diam., Ovalada 0.40x1.0m						✖	
Templado Húmedo	Tepic							✖	
Templado Seco	San Luis Potosí							✖	
		✖	Ventana óptima en bioclimas Cálidos		✚	Ventana óptima en bioclimas Fríos		✖	Ventana óptima en bioclimas Templados

Tabla No. 31 Recomendaciones generales para ventanas optimas a emplear en la vivienda tipo en las ciudades representativas de los bioclimas de México.

# Conclusiones



## CONCLUSIONES

---

La realización de este trabajo da cumplimiento a los objetivos planteados, referentes a identificar el impacto térmico de la ventana en la vivienda, en un caso de estudio y en los diferentes bioclimas de México. Se completo, considerando el estudio del bioclima, para determinar, si las ganancias de calor se requieren o no en función de las condiciones o sensaciones térmicas: frío, calor y confort.

Para lo cual, *bioclima* se va a referir a la asociación de elementos meteorológicos de un lugar como la temperatura del aire, humedad, radiación solar, viento, que van a influir en la sensación de bienestar higrotérmico del humano<sup>33</sup>.

Entre las contribuciones se tiene lo siguiente:

Se presenta información general de investigaciones enfatizadas en el elemento arquitectónico como la ventana, la cual es estudiada en diferentes aspectos como el acristalamiento, el impacto de la radiación en las ventanas mediante herramientas practicas como la computadora, estudio de diferentes ventanas para adecuados elementos de protección solar, pautas de diseño entorno a la iluminación y ventilación, preferencias del usuario respecto a las ventanas así como su comportamiento hacia el control manual de estas, análisis ambiental, económico y social de algunos materiales utilizados en su cancelería, el balance térmico cambiando protecciones en el interior de la ventana para obtener modelos de cálculo teórico, con la búsqueda de esta

información se brinda un panorama de cómo ha sido tratada la ventana para que pueda servir de referencia en posteriores estudios.

Se realiza una recopilación de información conceptual entorno a la ventana, que van desde su definición, componentes, funcionamiento, características, geometría, localización, diseño de ventanas, altura respecto al espacio arquitectónico, tipos de aberturas entre otros, esta información es suministrada para conocer al elemento arquitectónico como la ventana, además de ser información que se requiere tomar en cuenta por los diseñadores para realizar cualquier proyecto arquitectónico.

De la metodología tomada en cuenta, se genero un *Modelo para obtener la orientación óptima* de la vivienda, la cual, consistió, principalmente en la evaluación de las horas de sol que se da en cada orientación durante todo el año, para posteriormente aplicar las ecuaciones descritas en el capítulo 3 *Metodología*, donde la principal aportación es que la orientación idónea se podrá identificar en cualquier latitud que se desee o donde se pretenda construir, lo que se convierte en un Modelo de aplicación global.

Se efectuó un estudio de campo de las geometrías y dimensiones de las ventanas convencionales y no convencionales que se utilizan en las viviendas de México, de lo que resulto una base de datos de información de ventanas a la cual se puede recurrir por si se requiere realizar futuros análisis, además de que mediante esta información se permitió conocer el impacto térmico de la ventana en la vivienda.

---

<sup>33</sup> Morillón David. *Atlas del Bioclima en México*. Pág. 11

Las *ventanas convencionales* son las ventanas que comúnmente se utilizan en las viviendas tipo como ventanas cuadradas, rectangulares verticales y rectangulares horizontales contempladas con diferentes dimensiones y con respecto a las *ventanas no convencionales* son diseños poco usuales, para este trabajo se tomaron en cuenta como ventana circular, semicircular, triangular, ovalada y la conocida como ojo de buey con dimensiones que son aplicadas en la realidad.

Del estudio de campo se utilizaron algunas de las ventanas para efectuar la evaluación térmica para cada orientación, basado en dimensiones existentes de ventanas, realizado en ciudades representativas de cada uno de los bioclimas de México, con el objetivo de conocer el impacto térmico de la ventana en la vivienda en orientaciones principales (Norte, Sur, Este y Oeste), por cada uno de los bioclimas. De acuerdo a que cada bioclima presenta diferentes elementos meteorológicos los cuales van a influir en la sensación térmica del usuario.

Asimismo se llevan a cabo otros análisis térmicos en la vivienda, aplicados solo al caso de estudio la ciudad de Chilpancingo, pero solo enfocados en ventanas convencionales (cuadrada, rectangular vertical, rectangular horizontal) en donde se requirió conocer la influencia que tiene la geometría de la ventana sobre las ganancias térmicas para el interior de la vivienda, considerando para el análisis la misma superficie de ventana y solo se modifica la geometría, resultando que existen diferencias entre las ganancias térmicas. En donde, las ganancias de calor altas se dan con la geometría de ventana cuadrada, siguiendo la rectangular horizontal y por último la rectangular vertical.

A través del conocimiento generado en este documento, se permite crear recomendaciones para establecer el diseño y orientación apropiada de la ventana, en algún lugar de la vivienda, lo que facilitara a los proyectistas de México la decisión de elección y localización de ventanas en las viviendas.

Las recomendaciones que se brindan en esta tesis, se explican mediante la orientación idónea, para cada una de las ventanas evaluadas siendo diferente en cada una de las ciudades representativas de los bioclimas de México, descrito con detalle en el capítulo 6 *Recomendación para el diseño de las ventanas y orientación de la vivienda en México*.

Respecto a las ventanas convencionales se realizan recomendaciones de tres tipos de ventanas apropiadas por cada bioclima a colocarse en la vivienda tipo, con el propósito de tener un mayor margen de selección y en cuanto a las ventanas no convencionales se especifica de las analizadas la adecuada para cada ciudad representativa de los bioclimas.

Para las ciudades consideradas en los análisis de las diferentes ventanas convencionales y no convencionales los resultados varían de acuerdo a sus ganancias térmicas en watts, quedando en la mayoría de los casos la ciudad de Mexicali con mayor ganancias de calor seguida de la ciudad de Villahermosa y Colima todas estas pertenecientes a bioclimas cálidos, posteriormente se tiene a las ciudades de Tepic y Chilpancingo con bioclimas templados, después la ciudad de Jalapa con un bioclima frío, consecutivamente la ciudad de San Luis Potosí perteneciente a los templados, Zacatecas y el Distrito Federal pertenecientes a bioclimas fríos, el cual es el orden de mayor a menor de

ganancias de calor que adquieren las ciudades con las ventanas evaluadas.

Para lugares con bioclimas cálidos las recomendaciones de diseño y orientación de ventanas convencionales y no convencionales se inclinan hacia las que adquieren menores ganancias de calor, por lo que de las estudiadas son las de menor superficie y en cuanto a la orientación varía de acuerdo al lugar, pero va ser en donde se obtengan menores horas de sol.

En bioclimas templados de acuerdo a los resultados de las recomendaciones de ventanas se va a recurrir aquellas que consiguieron ganancias de calor intermedias, para este caso son las ventanas con superficie media y referente a la orientación se podrá tener mayor elección por recurrir a las orientaciones con intermedias horas de sol.

En las zonas con bioclima frío se recomienda las ventanas con mayor superficie, debido a que este tipo de lugares requiere de ventanas que alcancen ganancias de calor alta y la orientación donde obtenga mayor número de horas de sol.

La utilidad de estas recomendaciones incidirá en que podrán formar parte de las pautas de diseño arquitectónico en viviendas tipo que se están realizando en la Republica Mexicana, de acuerdo a que la mayoría de las ventanas que fueron evaluadas son utilizadas en este tipo de edificaciones, no obstante estas recomendaciones podrán implementarse en viviendas ya construidas con la finalidad de adecuarlas y tener viviendas más confortables.

Cabe resaltar que mediante el análisis de ganancias térmicas efectuadas en cada uno de los bioclimas de México, se dan diferencias de ganancias de calor entre cada uno, por lo tanto:

En el estudio térmico, contemplando principalmente al elemento arquitectónico como la ventana, con características como la dimensión, geometría, orientación, no conllevará a una disminución del total de la ganancia de calor que se pueda presentar en la vivienda, pero si en reducir una parte de este. Lo que permitirá disminuir el uso de aparatos de climatización que satisfacen de comodidad al usuario, los cuales son consumidores de energía eléctrica.

En el inicio del diseño del proyecto arquitectónico, las ventanas requieren de un estudio preliminar para su localización adecuada, de acuerdo a la funcionalidad que el diseñador pretenda brindar, sea iluminación, ventilación o como lo tratado en esta tesis ganancias de calor, lo que conllevara a un correcto desempeño, que pueda ofrecer una mayor comodidad al usuario.

Por lo tanto, en lo que se refiere a ganancias de calor, se resalta que el principal factor determinante de estas ganancias es la orientación, la cual va a estar sujeta principalmente a la latitud del lugar, además de influir los elementos meteorológicos que varían de un lugar a otro.

El tratamiento correcto de la ventana, para proteger o captar la energía solar, se puede adecuar y controlar a las condiciones climáticas del lugar, que influyan en un adecuado confort térmico de la vivienda, generando consecuencias térmicas aptas para el interior de la edificación, beneficiando con ello a los usuarios en general. En consecuencia, de

reducir la demanda por energía eléctrica, en el uso de sistemas de climatización convencional (aire acondicionado y calefacción), asimismo mitigar el impacto ambiental, por reducir el uso de combustibles fósiles, los cuales son recursos finitos.

Dejando claro que el *confort térmico* se describe como las reacciones frente a una situación climática variando de un individuo a otro, interviniendo factores como la constitución física, la edad, la dieta, el grado de aclimatación y las influencias culturales<sup>34</sup>.

Conforme a que se requiere optimizar energía eléctrica, se llevo a cabo la cuantificación que se consumiría al año además del CO2 resultado de la producción de esta, se realizo en las principales orientaciones en la vivienda tipo que es contemplada en esta tesis, para fines de cálculo se localizo de referencia a la fachada principal en cada una de las orientaciones.

Para dicha cuantificación se utilizo un sistema de climatización de aire acondicionado, se efectuó en el caso de estudio (Chilpancingo) contemplando el diseño arquitectónico inicial de la vivienda, además de realizarlo en este mismo diseño pero utilizando una ventana óptima, de lo que, el diseño inicial adquirió mayor consumo de energía eléctrica a diferencia del diseño arquitectónico utilizando una ventana optima por lo que se obtuvo un menor consumo energético, el cual es proporcional a la emisión de CO2, por lo que el ahorro de energía en la vivienda con ventanas optimas en comparación del diseño arquitectónico inicial en las orientaciones principales es: en el Norte del 12.2%, en la Sur de 10.48%,

en la Este 12.68% y en la Oeste un 11.80%, destacando que estos resultados son para un bioclima templado.

Con el análisis energético se comprueba la hipótesis planteada al inicio de la presenta investigación, en donde las recomendaciones que se brindan hacia el adecuado diseño y orientación de la ventana se puede reducir la energía eléctrica que se da por el uso de sistemas de climatización, por lo que se tendrá un ahorro energético, siendo mayor cuando las recomendaciones son aplicadas en la construcción de viviendas en serie, lo que será un ahorro significativo para la economía de un gran número de familias en el país, además de contribuir en el confort del usuario.

El desarrollo de la tesis, contribuye en dar instrumentos y datos para poder localizar y seleccionar apropiadamente la ventana en la vivienda de México, tomando en cuenta las condiciones climáticas particulares de algún lugar, resaltando que mediante el análisis de ganancias térmicas efectuadas, se notan diferencias térmicas entre cada uno de los bioclimas constatando que no es válido aplicar un mismo diseño arquitectónico en diferentes regiones climáticas, por lo que es necesario estudiar de manera particular las condiciones meteorológicas de cualquier lugar.

Las recomendaciones expuestas en esta tesis conforman una solución pasiva o sistema pasivo para adquirir ganancias térmicas apropiadas en el interior de la vivienda, logrado mediante la adaptación al entorno natural del lugar, que trae como consecuencia emitir una menor cantidad de contaminantes al ambiente.

<sup>34</sup> Morillón David. *Op. Cit.* Pág. 12

Para dejar más claro el concepto de *sistema pasivo* se va a referir a los sistemas de climatización de captación, distribución, almacenamiento del calor que se realizan mediante procesos naturales de transferencia de calor, en si funcionaran por sí mismos, formando parte de la envolvente del edificio, es decir, estará incluido en la forma arquitectónica<sup>35</sup>.

Sin embargo se hace hincapié en diversas recomendaciones de investigaciones futuras, como el análisis de otro tipo de elemento arquitectónico que influya térmicamente, como el estudiado en esta tesis, que conforme parte de la envolvente del edificio, sean cubiertas, muros, pisos, entre otros, además de que también se vuelve significativo conocer cómo actúan térmicamente los diferentes materiales que se implementan en las ventanas, a manera de poder utilizar los idóneos considerando las particularidades del clima de algún lugar, también es importante saber cómo influye el usuario hacia la selección de ventanas o de cualquier otro elemento arquitectónico así como en el comportamiento térmico que puedan lograr mediante su manipulación en las diferentes épocas del año.

Se podría realizar diseños de vivienda tipo, implementando el mayor número de técnicas bioclimáticas para cada una de las regiones climáticas de México, con el objetivo de que sean evaluadas para poder obtener un diseño óptimo, que permita un ahorro en el mantenimiento general de la vivienda.

De acuerdo a la información que se presenta, se puede profundizar en una investigación posterior, que tenga como finalidad

complementar el apartado que estipula el dimensionamiento de la ventana entorno a iluminación y ventilación, en la Norma Técnica Complementaria del Distrito Federal, que pueda ser referido a establecer la superficie apta para obtener las ganancias térmicas adecuadas en cada una de las regiones climáticas de México.

Con este trabajo de investigación se pretende dar a conocer otro tipo de enfoque de cómo poder realizar arquitectura, una arquitectura mas consiente con el medio ambiente, una arquitectura con diferentes e innovadoras propuestas de diseño, cuyo fin sea mejorar la calidad de vida en favor de futuras generaciones.

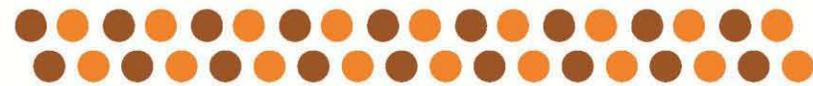
Es momento que los diseñadores de México empiecen por cambiar su visión del diseño arquitectónico rutinario que se viene desarrollando, de modo de aminorar los problemas ambientales por los que se enfrenta el mundo, es necesario que implicados en esta área preste mayor atención a la planeación, diseño, construcción, mantenimiento y demolición de edificaciones, para que el impacto en el ambiente sea en un menor grado.

Finalmente, los resultados logrados en la presente tesis, son una contribución al campo profesional de la arquitectura y la ingeniería, por conformar una herramienta para los involucrados en el arte de proyectar y construir edificaciones, lo que facilitará en el diseño arquitectónico, incorporando adecuadamente a la ventana, como en la mejora del aspecto térmico en el diseño de las viviendas, que ayuden a tener en cuenta las ganancias térmicas que se pueden adquirir en cada una de las orientaciones mediante la implementación de algún tipo de ventana, lo

<sup>35</sup> Morillón David. *Op. Cit.* Pág. 14-15

que podrá adherirse a otras recomendaciones para contribuir en el confort del humano en el interior de la edificación.

# Referencias



## REFERENCIAS

---

- Almanza Salgado Rafael. *Filtros Solares y Ahorro de energía*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 2005.
- Andrade Vallejo Andrés Alfonso, Morillón Gálvez David. *Diagnostico del comportamiento térmico, energético y ambiental de la vivienda de interés social en México: una retrospectiva y Prospectiva (2001-2012)*. México, D.F. 2007
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana. *NOM-020-ENER-2011 Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios residenciales*. México, D.F. 2011.
- Ayuso Carlos. *260 modelos de ventanas*. Tercera edición. Barcelona España. 1991.
- Beckett H. E. and Godfrey J. A. *Ventanas función, diseño e instalación*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. 1978.
- Camous Roger/Watson Donald. *EL HÁBITAT BIOCLIMÁTICO De la concepción a la construcción*. Título original L' Habitat Biochimatique. Versión castellana de Santiago Castan, Arqto. Editorial Gustavo Gili, S.A. México D.F. 1986.
- Citherlet Stephane, Di Guglielmo Francesca, Bernard Gay Jean. *"Window and advanced glazing systems life cycle assessment"*.
- Conafovi. *Guía Conafovi, Uso eficiente de la energía en la vivienda*. Primera edición. Comisión Nacional de Fomento a la vivienda. México. D. F. 2006.
- Coppola Pigantelli Paola. *Análisis y diseño de los espacios que habitamos*. Primera edición. Editorial Pax México. México, D. F. 2004.
- Correa Ibargüengoitia Alejandro, Morillón Gálvez David. *"Modelo para el análisis térmico de la ventana para determinar el impacto de las variables de la misma en el confort: caso oficinas en la ciudad de México"*, Memorias de la Asociación Nacional de la Energía Solar, México. (2005).
- Da Costa Silva Heitor, *"Recommendations for window design in Brazil subtropical climate"*. Memorias COTEDI (Confort térmico y comportamiento Térmico de edificaciones, México. (2005).
- Eden Philip y Twist Clint. *Miniguía TIEMPO Y CLIMA*. Primera edición. CONACULTA Dirección General de Publicaciones y Publicaciones Citem, S.A. de C.V. México. D. F. 1997.
- Fissore Adelqui, Fonseca Nestor. *"Experimental study of the thermal balance of a window, design description"* Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 42. No. 9. (2007), Pág. 3309-3321.

- Fissore Adelqui, Fonseca Nestor. *"Measurement results and experimental analysis study of the thermal balance of a window"* Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 42. No. 10. (2007). Pág. 3570-3581.
- Flores Prieto José Jassón, Alvarez García Gabriela. *"Evaluación experimental del coeficiente de ganancia de calor solar en vidrios de ventanas con película delgada"*. Memorias COTEDI (Confort térmico y comportamiento Térmico de edificaciones, México. (2005).
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico*. México. D. F. 2004.
- G. Z. Brown. *Sol, Luz y Viento. Estrategias para el diseño arquitectónico*. Editorial Trillas. Primera edición. México D. F. 1994.
- Gómez Amador Adolfo, et. al. *La ventana en la tradición constructiva del trópico subhúmedo*. Palapa. Universidad de Colima. México. Vol. 1. No. 001. (2006). 1870-7483.
- Haldi Frédéric, Robinson Darren. *"Interactions with window openings by office occupants"* Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 44. No. 12. (2009). Pág. 2378-2395.
- Herkel Sebastian, Knapp Ulla, Pfafferott Jens. *"Towards a model of user behavior regarding the manual control of windows in office buildings"* Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 43. No. 4. (2008). Pág. 588-600.
- Karlsson J., Karlsson B., Roos A. *"A simple model for assessing the energy performance of windows"*. Energy and Buildings. Ámsterdam, Holanda. Vol 33. No. 7. (2001). Pág. 641-651.
- Larsson U., Moshfegh B., Sandberg M. *"Thermal analysis of super insulated windows (numerical and experimental investigations)"*. Energy and Buildings. Ámsterdam, Holanda. Vol. 29. No. 2. (1999). Pág. 121-128.
- Louis Izard Jean, Guyot Alain. *Arquitectura bioclimática*. Segunda edición. Versión castellana de Marta Tusquets Trías de Bes. Ediciones Gustavo Gili. S.A. México D.F. 1983.
- Montoya Samantha, et. al. *"Análisis de asoleamiento de ventanas en vivienda de Mexicali, Baja California: propuestas de diseño por orientación"*. Memorias de la Asociación Nacional de Energía Solar. (2004).
- Montoya Samantha, et. al. *"Análisis diseño y presentación de elementos de protección solar de ventanas en edificios: método digital con autocad 3D y 3D Max aplicado en una vivienda de Mexicali, Baja California"*. Memorias de la Asociación Nacional de Energía Solar. (2004).

- Moreno Peña José R., Sandoval A Leandro., Gómez Azpeitia Gabriel. “*Modificación del desempeño térmico de las edificaciones por abrir y cerrar puertas y ventanas*”. XXXIII Semana Nacional de Energía Solar. México. (2009).
- Morillón Gálvez David. *BIOCLIMÁTICA Sistemas pasivos de climatización*. Guadalajara, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara. 1993.
- Morillón Gálvez David. *Atlas del bioclima en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 2004.
- Morillón Gálvez David, Mejía Domínguez David. *Modelo para diseño y evaluación del control solar en edificios*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 2004.
- Morillón Gálvez David, López P. J. Manuel A., Rodríguez V. Luis. “*Efecto del tamaño de las ventanas de la vivienda en el de Energía eléctrica*”. Memoria Técnica ATPAE Asociación de Técnicos y Profesionistas en aplicación energética. (1998), 437-447).
- Muhner T., Abodahab N., Weir G., Kubie J. *Windows in buildings thermal, acoustic, visual and solar performance*. Primera edición. Gran Bretaña. 2000.
- Olgyay Victor. *Arquitectura y Clima Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. Título original: Design with Climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism. Versión castellana de Josefina Frontado y Luis Clavet, arquitectos. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.1998.
- Piccolo A. Simone F. “*Effect of switchable glazing on discomfort glare from windows*” Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 44. No. 6. (2009). Pág. 1171-1180.
- Rivero Roberto. *Arquitectura y Clima. Acondicionamiento térmico natural para el Hemisferio Norte*. Primera edición. México D. F. 1988.
- Rodríguez Viqueira Manuel, et.al. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México, D. F. 2004.
- *Secretaría de Energía*, Dirección General de Planeación Energética. Balance Nacional de Energía 2009. Primera edición. México. D.F. 2010.
- Serra Rafael. *Arquitectura y Climas*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. 1993.
- G. M. Stavrakakis, D. P. Karadimou, et. al. “*Selection of window sizes for optimizing occupational comfort and hygiene based on computational fluid dynamics and neural networks*” Building and

- Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 46. No. 2. (2011). Pág. 298-314.
- Tudela Fernando. *Ecodiseño*. Primera edición. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México D.F. 1982.
  - Turkseven Dogrusoy Ilknur, Tureyen Mehmet. "A Field study on determination of preferences for windows in office environments" Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 42. No. 10. (2007). Pág. 3660-3668.
  - Vincenzo Fracastoro Gian, Mutani Guglielmina, Perino Marco. "Experimental and theoretical analysis of natural ventilation by Windows opening". Energy and Buildings. Ámsterdam, Holanda. Vol. 34. No. 8. (2002). Pág. 817-827.
  - Yasantha Abeysundra U.G., et. al. "Environmental, economic and social analysis of materials for doors and windows in Sri Lanka" Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 42. No. 5. (2007). Pág. 2141-2149.
  - Young Yun Geun, Steemers Koen. "Time-dependent occupant behavior models of window control in summer" Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 43. No. 9. (2008). Pág. 1471-1482.
  - Wei Jingshu, Zhao Jianing, Chen Qingyan. "Optimal design for a dual-airflow window for different climate regions in China" Energy and Buildings. Ámsterdam, Holanda. Vol. 42. No. 11. (2010). Pág. 2200-2205.
  - Wilhide Elizabeth. *Eco: diseño, interiorismo y decoración respetuosa con el medio ambiente*. Primera edición. Art Blume. Hong Kong. 2004.
  - Zmeureanu R., Lliescu S., Dauce D, Jacob Y. "Radiation from cold or warm windows: computer model development and experimental validation". Building and Environment. Ámsterdam, Holanda. Vol. 38. No. 3. (2003). Pág. 427-434.
- PÁGINAS DE INTERNET**
- Álvarez Yolanda. *Viviendas Bioclimáticas una alternativa sostenible y amortizable en solo unos años*. Información obtenida de la página de internet:[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2003/02/24/58359.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2003/02/24/58359.php). Octubre 2009.
  - educar.org. *La vivienda*. Información obtenida de la página de internet: <http://www.educar.org/inventos/lavivienda.asp>. Noviembre 2009.
  - La casa sostenible. *Bioclimatismo*. Información obtenida de la página de internet: <http://www.lacasasostenible.com/bioclimatismo.html>. Octubre 2009.

- Fonseca Díaz Néstor y Mottard Jean Michel. *“Modelo para el cálculo de la pérdida de calor por una ventana en aplicaciones HVAC/R”*. Scientia Et. Technica. Pereira Colombia. Vol. XIII, No. 037. (2007). pp. 211-216 Información obtenida de la página de internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84903736.pdf>. Noviembre 2009.
- Almanza Salgado Rafael. *Filtros Solares y ahorro de Energía*. Información obtenida de la página de internet: <http://web.iingen.unam.mx/C6/Energ%C3%ADa/Document%20Library/Filtros%20solares%20y%20ahorro%20de%20energia.pdf>. Diciembre 2009.
- Almanza Salgado Rafael, Chavez Salgado Jesus. *Ventanas Ahorradoras de energía (Filtros Solares)*. Información obtenida de la página de internet: [http://proyectos.iingen.unam.mx/Proyectos\\_2005\\_2006/05/5.5.pdf](http://proyectos.iingen.unam.mx/Proyectos_2005_2006/05/5.5.pdf). Febrero 2010.
- CONUEE, Comisión Nacional para el Uso eficiente de la Energía. *Aparatos y espacios que consumen más energía*. Información obtenida de la página de internet: [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos). Abril 2011.