



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Maestría En Arquitectura

INFLUENCIA DE LA TRAZA URBANA EN LA RADIACIÓN SOLAR DE LAS VENTANAS DE LAS FACHADAS EN CASAS EN SERIE DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestría en Arquitectura

Presenta:

Arq. Erick Uriel García Gutiérrez

Dirigido por:

Ma. Arq. Verónica Leyva Picazo

SINODALES

M.C. Verónica Leyva Picazo
Presidente

Firma

Dr. Avatar Flores Gutiérrez
Secretario

Firma

M. Arq. Rafael Herrera Limones
Vocal

Firma

M. Arq. Luis Eduardo López Flores
Suplente

Firma

M. Arq. Héctor Ortiz Monroy
Suplente

Firma

Nombre y Firma
Director de la Facultad

Dr. Irineo Torres Pacheco
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.

Fecha (será el mes y año de aprobación del Consejo Universitario)



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Influencia de la traza urbana en la radiación solar en
ventanas de fachadas en casas en serie, Municipio de
Querétaro.

por

Erick Uriel García Gtuirrez

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](#).

Clave RI: IGMAC-157575

© 2019– Arq. Erick Uriel García Gutiérrez

Todos los derechos reservados.

Esta tesis está dedicada a mis padres y esposa, que con amor siempre me han acompañado, aconsejado y apoyado en todos mis logros. Sin ellos, no serían posibles.

Agradecimientos

A mis padres por haberme forjado como persona, agradezco eternamente los principios y valores que me continúan sembrando desde mi nacimiento; todos mis logros de los debo a ustedes y este no es la excepción. Me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos acompañado de enormes consejos y enseñanzas, que, sin ellos, este camino que he transcurrido y el que me espera, sería más complicado. Gracias madre y padre.

A mi esposa, que con todo el cariño que me brinda día con día, me continúa ayudando en el camino de mi vida, sin dunda gracias a ella cada día me convierto en un mejor hombre. Gracias por tu amor incondicional.

Le agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por abrirme las puertas y el permitir formar esta etapa dentro de sus aulas. A mis maestros por su esfuerzo y tiempo dedicado para culminar este proyecto, gracias por todos los conocimientos que me brindaron a lo largo de esta grata experiencia de investigación y personal.

Agradezco profundamente al CONACYT por apoyarme en esta investigación y permitirme traspasar mis fronteras para poder cultivarme tanto personal y académicamente, ya que su apoyo fue de vital importancia.

Abstract

Since the beginning of the time, the human had finded how protect him of the natural

El ser humano desde el inicio de sus tiempos ha buscado la manera de protegerse del mundo natural, así como de las inclemencias del clima. Con el paso del tiempo el ser humanos fue mejorando y encontrando nuevas técnicas para facilitar su supervivencia y convivencia con el clima adecuando su vivienda y orientaciones a las condiciones climáticas para evitar el frio y el calor extremo del Sol, logrando un estrecho vínculo funcional con la naturaleza y sus virtudes.

Ante la situación del crecimiento poblacional y los sistemas sociales creados por el hombre, las necesidades sociales fueron cambiando, y con ella la estructura de su hogar. Ahora la supervivencia no radica en la protección del clima, si no del mismo hombre y sus intereses. Provocando que la estructura y diseño de las edificaciones y la vivienda, tuviera efectos de cambio guiados por intereses económicos y comerciales, desapegando su esencia del contacto con la naturaleza y el clima.

Con la falta del diseño climático y natural, se ha visto afectada la habitabilidad de la vivienda por faltad de un confort térmico, puesto que la orientación de fachadas no controladas provenientes desde el diseño urbano, genera ganancias térmicas excesivas al interior de la vivienda. Esto se observa con regularidad en la construcción de viviendas en serie, las cuales poseen el mismo diseño arquitectónico en fachadas, pero orientadas de manera distinta. Esto provoca que se promueva el uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento térmico que conllevan un gasto energético mayor en la vivienda.

La problemática anterior nos lleva a plantear un método de diseño que sea aplicable en las viviendas urbanas, considerando estrategias de diseño de control solar y disposición urbana en relación al Sol.

No debe exceder 300 palabras.

(Key Words: One, two, three) no debe exceeder 300 palabras

Resumen

El ser humano desde el inicio de sus tiempos ha buscado la manera de protegerse del mundo natural, así como de las inclemencias del clima y el Sol principalmente. Con el paso del tiempo el ser humanos fue mejorando y encontrando nuevas técnicas para facilitar su supervivencia y convivencia con el clima adecuando su vivienda y orientaciones a las condiciones climáticas para evitar el frio y el calor extremo del Sol, logrando un estrecho vínculo funcional con la naturaleza y sus virtudes.

Ante la situación del crecimiento poblacional y los sistemas sociales creados por el hombre, las necesidades sociales fueron cambiando, y con ella la estructura de su hogar. Ahora la supervivencia no radica en la protección del clima, si no del mismo hombre y sus intereses. Provocando que la estructura y diseño de las edificaciones y la vivienda, tuviera efectos de cambio guiados por intereses económicos y comerciales, desapegando su esencia del contacto con la naturaleza y el clima.

Debido a la falta del diseño bioclimático, afectado desde el diseño de la traza urbana, el cual condiciona la orientación de las fachadas provocando ganancias térmicas por radiación solar en la vivienda, disminuyendo la habitabilidad en el hogar por falta de un confort térmico. Lo anterior promueve el uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento térmico que conllevan un gasto energético mayor en la vivienda. Este fenómeno se observa con regularidad en la construcción de viviendas en serie, las cuales poseen el mismo diseño arquitectónico en fachadas, pero orientadas de manera distinta.

La problemática anterior nos lleva a plantear un método de diseño que sea aplicable en las viviendas urbanas, considerando estrategias de diseño de control solar y disposición urbana en relación al Sol.

Contenido

Agradecimientos.....	i
Abstract	iii
Resumen	iv
Contenido	vi
Introducción	1
Justificación de la Tesis	2
Planteamiento del problema.....	3
Descripción de la Tesis	4
Pregunta de investigación	4
Objetivos.....	5
Hipótesis.....	6
Alcances y limitaciones	6
Estructura de Tesis	8
I. Cuerpo de investigación; análisis histórico del Sol en la vivienda	10
I.1 El Sol, estrella joven de la vía láctea. El inicio.	11
I.2 El Sol en los seres vivos; comportamiento del ser humano ante el Sol y el surgimiento de los primeros asentamientos como protección solar.....	19
I.3 El Sol como deidad en las primeras civilizaciones.....	26
I.4 Primeras técnicas y orden de la construcción en relación al Sol, inicios de la bioclimática	33
I.5 El inicio de la crisis energética	63
II. Efectos del Sol en el confort térmico y la habitabilidad en la vivienda.....	71
II.1 Efectos de la radiación solar en la habitabilidad el ser humano	74
III. Discurso bioclimático; el Sol en la vivienda	89
III.1 El clima y la radiación solar en el Municipio de Querétaro	91
III.2 Estrés solar en la vivienda	107
III.3 Las ventanas; debilidad de la envolvente	110

III.4 Orientación, emplazamiento y traza urbana	123
IV. El Sol y la vivienda en serie en el Municipio de Querétaro	127
IV.1 Generalidades de la vivienda en serie.....	129
IV. 2 Análisis de comparación descriptiva.....	140
IV.3 Conclusión del cuerpo de investigación	171
V. Métodos y datos.....	175
V.1 Principio Conceptual	176
V.2 Caso de estudio	137
V.3 Cuestionario de análisis sensorial térmico para los habitantes del fraccionamiento Cantera	142
V.4 Análisis de radiación solar en fachadas del caso de estudio	167
V.5 Propuesta de diseño; simulación con la reconfiguración de la traza urbana y la vivienda ..	178
V.6 Retomar el nivel arquitectónico de nuestros antepasados. Discusión.	214
VI. Conclusiones.....	219
VI.1 Conclusión general	220
VI.2 Conclusiones particulares.....	220
VI.3 Conclusión Capítulo III.....	224
VI.4 Líneas de investigación abiertas	224
Lista de Figuras	226
Lista de gráficas	234
Lista de tablas	235
Bibliografía.....	236

Introducción

Proveer el confort térmico al ser humano es uno de los requisitos del espacio arquitectónico para lograr una habitabilidad deseada en la vivienda. Sin embargo, en regiones cercanas a los trópicos (regiones cálidas) debido a su alta radiación solar, los espacios internos de la vivienda tienden a calentarse a través de su envolvente, ya que esta está en contacto permanente durante el día con dicha radiación.

El elemento más vulnerable de la envolvente de una edificación es la ventana. Cuando una ventana no tiene una orientación y protección adecuada por falta de diseño pasivo arquitectónico, se ve perjudicada por la radiación solar excesiva, provocando un calentamiento fuera de lo óptimo al interior de los espacios.

Hoy en día se vive un crecimiento urbano, que en ocasiones merma el diseño pasivo de las edificaciones debido a las condicionantes urbanas, sociales y económicas a las que se ve expuesto. Por ello, el mantener un confort térmico en los espacios no deja de ser un reto al tratarse del diseño pasivo en nuestros días. Sin embargo, los arquitectos y constructores han preferido la aplicación de sistemas artificiales de condicionamiento térmico, que desafortunadamente es una solución no del todo acertada al hablar de arquitectura sostenible, ya que en cierto modo parcha un problema de diseño el cual provoca un gasto energético innecesario.

El control solar es un criterio indispensable en el diseño pasivo de la arquitectura. Esta es una variable con un potencial muy grande, ya que al saber controlar y domesticar la radiación solar, se pueden evitar problemas de confort térmico, comportamiento del habitante y ahorro energético.

Justificación de la Tesis

El espacio arquitectónico debe ser capaz de brindar confort al ser humano, por ello en esta investigación se busca mejorar las condiciones en la vivienda cuidando el confort térmico basándose en una propuesta que permita solucionar el calentamiento excesivo provocado por la radiación solar, tomando como base teorías y estrategias de diseño pasivo existentes que nos abran camino a la innovación al acompañarse de nuevas tecnologías.

Se pretende que esta propuesta permita disminuir el gasto energético en la vivienda, al evitar el uso de mecanismos artificiales de enfriamiento.

Es importante abordar esta investigación debido a que hoy en día se ha disminuido el diseño pasivo y estrategias arquitectónicas de control solar que permita una interacción con el medio natural y permitiendo un ambiente naturalmente confortable.

Se tiene la oportunidad de innovar en el diseño y construcción de la vivienda para intervenir en la mejora del medio ambiente (CONAVI, 2013), ya que además de centrarse en el bienestar y habitabilidad del ser humano, se puede evitar un impacto negativo al medio ambiente si se disminuye el uso de sistemas artificiales de control de temperatura (Maqueda & Sánchez, 2008). El cuidado al medio ambiente es un tema importante de abordar, ya que hoy en día existen problemas ambientales como lo menciona el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (2015) y es necesario contribuir a su cuidado.

Nos encontramos en una época dónde se tiene la oportunidad de mejorar el diseño arquitectónico y la construcción con ayuda de los avances tecnológicos, ya que existe un mayor acercamiento entre el ser humano y la tecnología, interviniendo con mayor frecuencia en las actividades diarias de las personas (Viani *et al.*, 2013).

Planteamiento del problema

El sobrecalentamiento de las viviendas en serie en Querétaro, es causado por la exposición solar desmedida de sus fachadas provocando un discomfort térmico por calor, el cual puede llegar a desmejorar las actividades en la vivienda.

Este problema se presenta principalmente en la vivienda en serie, debido a que este tipo de vivienda cuentan con un mismo diseño en su distribución y fachadas pero orientadas de manera distinta. Este fenómeno es provocado por el mal diseño de la traza urbana, la cual no está dispuesta de acuerdo a la orientación optima que debe mantener cada vivienda.

Las viviendas en serie están lotificadas de tal manera que se aproveche la mayor parte del terreno, siendo en ocasiones lotes de superficies limitadas que evitan la libertad del diseño en la vivienda y limitan el emplazamiento de la vivienda a alinearse a las calles.

La construcción en serie es un sistema que ha sido bien aceptado en Querétaro, ya que este ayuda a responder a la alta demanda de vivienda que exige el gran crecimiento poblacional y la migración de gente del campo y otras ciudades en menor tiempo y con una mayor optimización de recursos. Se estima que llegan a vivir cerca de 49 familias al día la ciudad de Querétaro (INEGI,2020). En este orden de ideas, la alta demanda de la vivienda ha provocado su enajenación con el entorno natural y medio ambiente.

Sin embargo, la vivienda en serie no es el problema, ya que este sistema funciona al satisfacer la alta demanda, rapidez y bajo costo de la vivienda. El problema es la falta de diseño bioclimático y pasivo, lo cual provoca la tendencia de utilizar instalaciones especiales que crean ambientes térmicos artificiales, que representan un costo adicional inicial a la inversión de la vivienda y posteriormente un gasto energético, siendo únicamente la compensación de errores de diseño (esa corrección se ve reflejado en aspectos económicos y sociales) al no haber una simbiosis entre el edificio y su medio climático.

Por ello es necesario intervenir desde el diseño en las edificaciones de viviendas en serie, implementando sistemas y estandarización de criterios de diseño pasivo y bioclimático que eviten que existan estas anomalías en el diseño de las casas.

Descripción de la Tesis

La presente tesis abordará los principales problemas por el cual existe un discomfort térmico en la vivienda en serie provocado por el exceso de radiación solar, y determinar el impacto de la traza urbana en el confort térmico de la vivienda en serie en relación con su orientación en el municipio de Querétaro, Qro.

Los principales temas de trabajo son: la radiación solar, orientación solar, sistemas pasivos de control solar, análisis histórico del control solar en las viviendas, análisis del control solar actual en las viviendas, relación de la traza urbana con la protección solar.

Pregunta de investigación

¿De qué manera impacta la traza urbana en la exposición solar en la vivienda en serie en el Municipio de Querétaro?

De acuerdo a los efectos de la traza urbana en relación al diseño solar de la vivienda, ¿Qué relación tiene la traza urbana y orientación con el discomfort por calor en las viviendas en serie del Municipio de Querétaro?

¿Existe algún método o norma que regule la orientación de las viviendas en serie?

Objetivos

Objetivo general:

- Proponer un sistema de diseño que permita controlar el estrés solar en la vivienda en serie en el Municipio de Querétaro sin que este afecte la construcción en serie de la vivienda.
- Se busca terminar con la mala práctica y el diseño arbitrario de trazas urbanas y viviendas, que afecta el diseño térmico de la vivienda en serie.

Objetivos particulares:

- Determinar la relación entre la radiación solar y la traza urbana en la vivienda en serie del Municipio de Querétaro.
- Analizar métodos de **orientación** utilizados en climas cálidos que puedan aplicarse en el Municipio de Querétaro.
- Comprobar las diferentes condiciones térmicas al cambiar de orientación una vivienda, aun cuando se trate del mismo espacio.
- Establecer una propuesta de diseño en la vivienda relacionada con el emplazamiento óptimo de la traza urbana del Municipio de Querétaro.
- Establecer un sistema de **sistema de control** solar pasivo en la propuesta que permita domesticar la orientación del Sol de acuerdo a la época del año.

Hipótesis

Al implementar un diseño de traza urbana relacionada a la orientación de la vivienda, se podrá controlar la temperatura interna al disminuir la radiación solar directa y reducir el consumo energético en las viviendas en serie del Municipio de Querétaro.

Alcances y limitaciones

Alcances:

- Establecer un parámetro de diseño en la vivienda y el trazado urbano que permita la correcta orientación de los espacios que componen las viviendas en serie en el Municipio de Querétaro.

Límites:

- La presente investigación se centrará únicamente en la ganancia de calor por radiación solar directa, la cual reacciona únicamente en vanos acristalados.
- No se pretende establecer reglas de diseño en los dispositivos de control solar, únicamente mencionar y señalar los más usados de acuerdo a la investigación presentada, buscando el que mejor aplique a la vivienda en serie en el Municipio de Querétaro.
- La presente investigación se limitará únicamente al estudio de la radiación solar directa, sin tomar en cuenta otras variables que se relacionan al confort térmico del ser humano.
- Se limitará únicamente al estudio de la vivienda en serie en el Municipio de Querétaro.
- No se abordará el tema de los materiales en relación a la radiación solar.
- No se busca refutar el tema de la vivienda en serie, ya que tiene beneficios y prejuicios, los cuales no voy a abordar.

Estructura de Tesis

La presente tesis se organizará en tres capítulos de los cuales forman la estructura de la tesis necesaria que ayudarán a comprender el tema de investigación y obtener los resultados esperados.

En el capítulo I se expondrán los antecedentes del problema de investigación, así como el estado del arte de las propuestas que buscan solucionar esta problemática, conociendo las generalidades del tema, lo que se ha estudiado y que se conoce hasta la actualidad, así como su aplicación a lo largo del tiempo conociendo sus ventajas y desventajas. Dentro de este capítulo se definirá conceptos clave que ayudarán a comprender la problemática.

En el capítulo II se analizarán las principales problemáticas, para ello utilizaremos un caso de estudio que nos permita demostrar el problema, y del cual buscar las variables que permitan establecer un parámetro de diseño y crear una metodología utilizando las estrategias vistas en el capítulo I y las cuales, puedan aplicarse en la actualidad. Los conceptos claves conocidos en el capítulo anterior se analizarán y se obtendrán datos que nos ayuden a medir las propuestas presentadas.

En el capítulo III se darán a conocer los resultados obtenidos en el capítulo II, dentro del cual se abordarán las discusiones que nos permitan establecer una conclusión sobre la problemática y la investigación abordada, con las cuales se pretende seguir con el descubrimiento de nuevas líneas de investigación.

Revisión bibliográfica y caso de estudio

De acuerdo a la revisión de distintas fuentes bibliográficas, principalmente de libros y artículos científicos que abarcan el tema del calentamiento en edificaciones, se ha construido un marco teórico que comprende varios capítulos dedicados a la explicación de conceptos en relación al tema de investigación.

Posteriormente con la información obtenida se analizará el caso de estudio junto con las variables obtenidas.

Análisis comparativo

Se realizará un análisis comparativo tomando como estudio el concurso *solar decathlon*, en el cual participan escuelas alrededor del mundo para crear un prototipo de vivienda solar capaz de ser autosuficiente. De aquí compararemos las distintas estrategias de control solar de acuerdo a los criterios que se tienen en diferentes latitudes y climas alrededor del mundo.

Simulaciones

Por medio de un software especializado en análisis de orientación solar y cálculo de radiación solar, se realizan simulaciones con el caso de estudio que nos permita conocer el estrés solar en las fachadas de la vivienda y analizar los posibles sistemas de control solar más adecuados en el Municipio de Querétaro. La simulación nos permitirá realizar una comparación entre el caso de estudio y evaluar las mejoras que se aplicarán al diseño.

Los softwares seleccionados serán:

- Autodesk Ecotect analysis 2011: simulación de radiación, control solar e iluminación.
- Autodesk Revit 2019 / insight: simulación de radiación, control solar e iluminación.
- Climate Consultant: Consulta del clima del caso de estudio y registros solares.

I. Cuerpo de investigación; análisis histórico del Sol en la vivienda

“Si no conozco una cosa, la investigaré”.

Luis Pasteur.

I.1 El Sol, estrella joven de la vía láctea. El inicio.

Existe una teoría la cual relata que hace 13,800 millones de años existió una gran explosión en el Universo provocada por un estado de alta densidad y temperatura, la cual provocó su expansión denominada Big Bang (Bosch, 2005). Varias regiones del Universo con sobre densidad en su masa, formadas por antiguas estrellas suficientemente grandes que permitían la rotación de manera esférica sobre un plano, formaron un disco espiral al que hoy se le conoce como Vía Láctea. Dentro de la vía láctea resultaron generaciones de estrellas que formaban el disco estelar, muchas de ellas estrellas jóvenes, de las cuales una de esas la conocemos como el Sol (Wethington, 2009).

El Sol, siendo una de las estrellas jóvenes que conforman la Vía Láctea, se formó hace unos 4.600 millones de años y tiene combustible para otros 5.000 millones más (Astronomía, 2019). Contiene su propia orbita en el cual giran otros objetos astronómicos gracias a su gran fuerza gravitatoria. Este sistema planetario se le conoce como sistema solar, en el cual la estrella concentra el 99.75% de la masa de su sistema, el resto se distribuye en nueve planetas que mantienen una órbita circular alrededor de la estrella, entre ellos la Tierra.

Las estrellas, por su composición, son los únicos cuerpos del universo que emiten luz, siendo de esta manera el **Sol como único cuerpo del sistema solar que emite luz propia**. Formado por una esfera de plasma de hidrógeno y helio, el Sol produce grandes cantidades de energía a manera de radiaciones electromagnéticas mediante procesos nucleares de fusión. Estas radiaciones se distribuyen desde el infrarrojo hasta el ultravioleta (EcuRed, 2019).

El Sol en la Tierra

Situado a 150 millones de kilómetros y siendo el principal objeto celeste que se puede observar desde la Tierra, el Sol es la principal fuente de energía y el principal responsable de la vida en el planeta. Toda la energía que percibe la Tierra es a través de las radiaciones electromagnéticas, formadas por procesos nucleares que contienen en su mayoría Hidrógeno con 74% y Helio con 24%, y el 2% restante de Oxígeno, Hierro y Níquel. Estos gases tienen un movimiento convectivo que transporta el calor y la energía hacia afuera, generando un potente

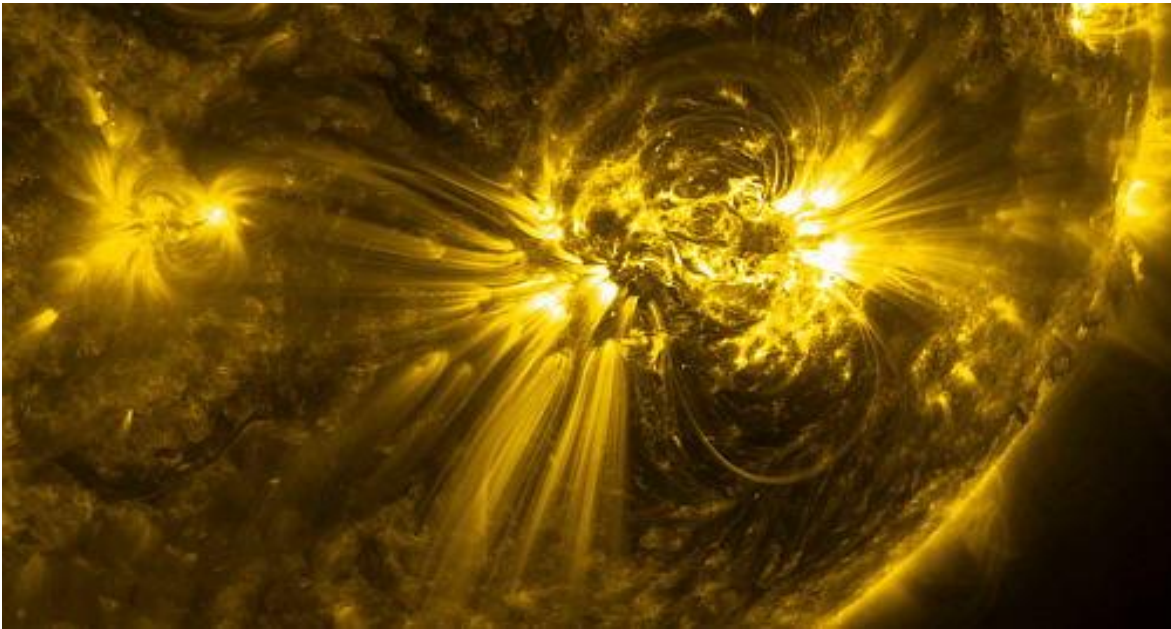


Ilustración 1 Erupciones y protuberancias electromagnéticas del Sol que expulsan energía (Astromia, 2019)

campo magnético (Astromia, 2019).

La energía emitida por la radiación solar se percibe en la Tierra en forma de luz y calor. Esta energía se aprecia como luz visible ya que una vez que pasa la atmósfera terrestre se presenta con niveles inferiores de energía comparados a los del Sol, requiere de la emisión de fotones para la conservación de su energía, los cuales son asociados a la luz visible.

La luz que se percibe en la tierra es clasificada de acuerdo a la longitud de onda con la que es recibida, a esta se le conoce como espectro de radiación solar, que va de la **Radiación ultravioleta** a la **Radiación Infrarroja**.

La **radiación ultravioleta** tiene la menor longitud de onda, esta lleva mucha energía que puede llegar a alterar moléculas importantes como el ADN. Estas ondas al ser más cortas son absorbidas por la parte alta de la atmósfera, especialmente por la capa de ozono.

La **radiación infrarroja** contiene longitudes de onda más largas y lleva poca energía. Su efecto aumenta la agitación de las moléculas, provocando el aumento de la temperatura.

La **luz visible** cuya longitud de onda se encuentra entre la ultravioleta y la infrarroja, por la energía que lleva, es la que tiene mayor influencia en los seres vivos. Este tipo de luz atraviesa con mayor eficacia la atmósfera limpia. Sin embargo, cuando esta pasa a través de nubes o masas de polvo es absorbida o reflejada. Esta es la fuente natural de ondas luminosas que nuestros ojos pueden apreciar reflejada sobre los objetos que nos rodean (EcuRed, 2019).

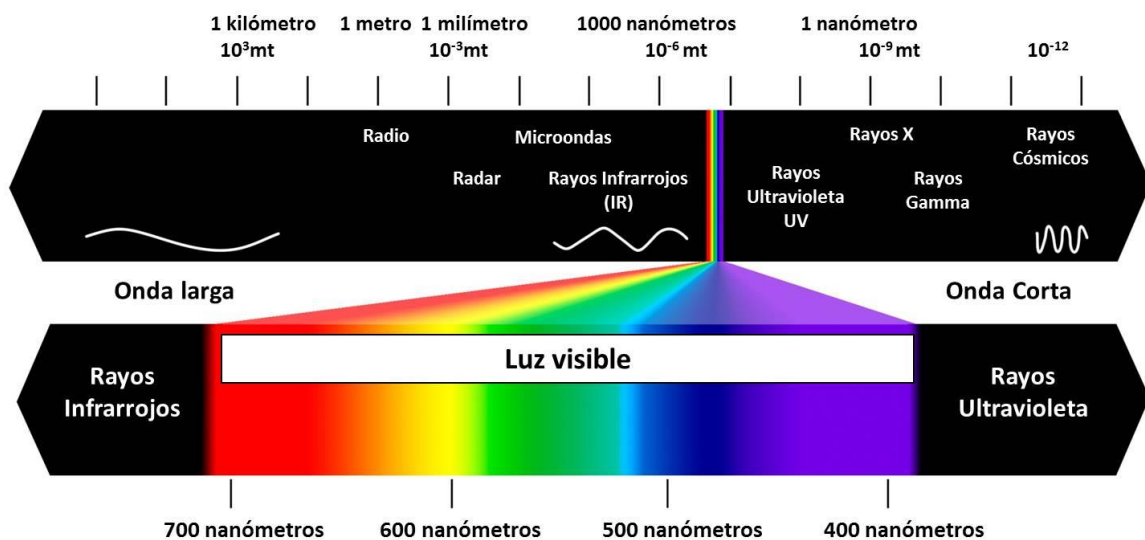


Ilustración 2: Espectro electromagnético de luz (Ciencias Salud y Medioambiente, 2016).

La radiación solar percibida por la Tierra es conocida como **irradiancia**, midiendo la energía por unidad de tiempo y área que alcanza a la Tierra. Su unidad es W/m^2 (Vatio por metro cuadrado) (EcuRed, 2019). y la **exposición solar** (E); cantidad de radiación recibida en una superficie a lo largo de un periodo de tiempo determinado. Se puede expresar en J/m^2 , aunque con más frecuencia se expresa en la arquitectura con kWh/m^2 .

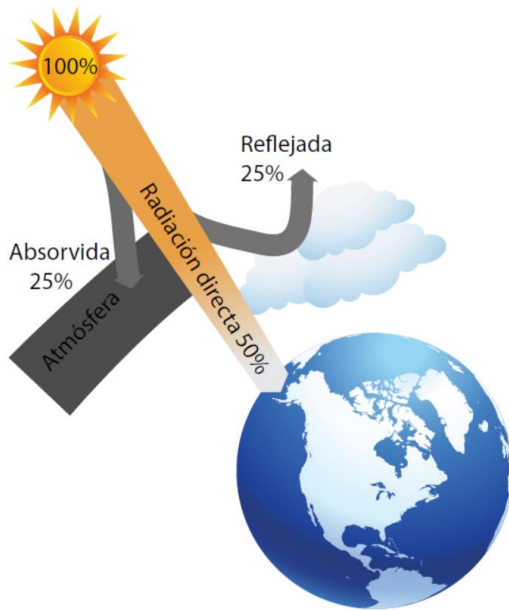


Ilustración 3: Pérdida de energía antes de entrar a la atmósfera terrestre. Fuente: (Zambrano, 2013).

La potencia del flujo de energía solar recibida en un plano perpendicular a los rayos del solar antes de su entrada a la atmósfera terrestre es de 1.373 kW/m^2 , de esta energía recibida una gran parte se pierde antes de llegar a la superficie terrestre, cerca del 50% de este porcentaje un 25% es reflejada, otro 25% es absorbida en la atmósfera e irradiada al infrarrojo, el 50% restante atraviesa la atmósfera y llega directamente a la superficie de la Tierra sin haber sufrido ningún cambio de dirección, a esto se le conoce como **radiación directa** (Zambrano, 2013).

La incidencia de la radiación hacia la tierra es relativa, ya que esta varía respecto a la superficie de la Tierra, el momento del año, día, hora y localización sobre un punto en específico (latitud, longitud y altitud) (Neila G. F., 2004). La radiación se descompone debido a obstáculos que presenta la atmósfera al momento de incidir sobre ella, presentándose en cuatro tipos de descomposición: **radiación directa, radiación difusa, radiación reflejada y radiación global.**

La **radiación directa** proviene directamente del Sol sin obstáculos que le provoquen tener algún cambio de dirección al atravesar la atmósfera (Neila G. F., 2004).

La **radiación difusa** se ve obstaculizada por alguna superficie, gas, vapor de agua o nubosidad, provocando que cambie de dirección, aunque finalmente llega a la superficie de la Tierra (Neila G. F., 2004). Esta presenta un porcentaje de radiación mayor debido a la dispersión de la radiación proyectándola a todas direcciones resultado de las **reflexiones** y **absorciones** provocadas por montañas, árboles, edificios, suelo, entre otros elementos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque solo ven la mitad (EcuRed, 2019).

La **radiación reflejada** se presenta por el rebote de la radiación directa en un cuerpo sólido que se dirige de manera indirecta con el mismo ángulo al que incide. La cantidad de radiación reflejada depende del coeficiente de reflexión de la superficie del cuerpo, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, al no ver ninguna superficie terrestre, siendo las superficies verticales las que más radiación reflejada reciben (EcuRed, 2019).

La **radiación global** es la suma de las tres anteriores.

Ahora bien, como vimos en la radiación difusa y reflejada, al momento en que la radiación atraviesa la atmósfera se encuentra con objetos opacos que provocan sobre la luz fenómenos de absorción, refracción, reflexión y difusión (Yáñez, 1988).

La **reflexión de la luz** es el cambio de dirección de los rayos de luz, que ocurre en un plano después de incidir sobre la superficie de uno distinto (ilustración 3). La reflexión puede alterarse de acuerdo a las

Angulo de reflexion = Angulo de incidencia

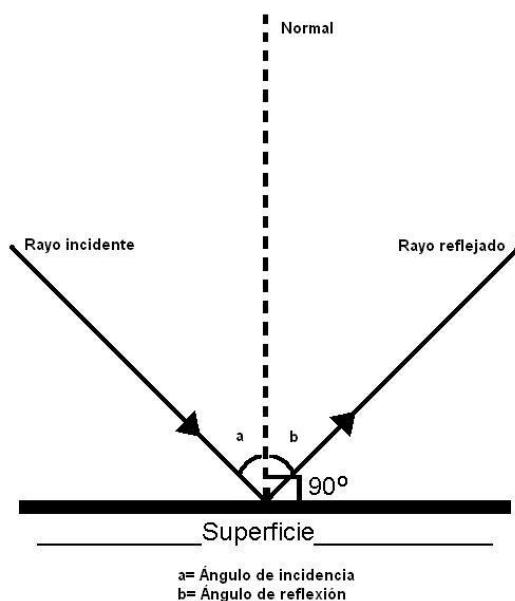
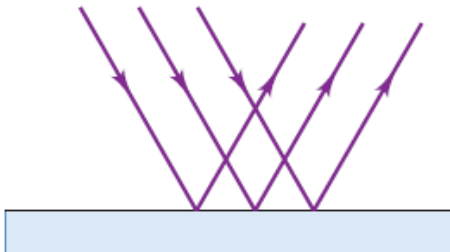


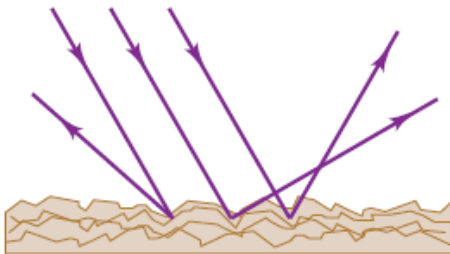
Ilustración 4: Esquema de rayo incidente solar sobre una superficie y su ángulo de reflexión (Zuleta, 2016).

irregularidades de la superficie reflejada, distinguiendo dos tipos de reflexiones **especular y difusa**.

a) Reflexión especular



b) Reflexión difusa



La reflexión especular donde los rayos se mantienen paralelos tras la reflexión. La reflexión difusa, donde los rayos se entrecruzan en todas direcciones por la superficie irregular donde se refleja (Fernández, 2019). (ilustración 4).

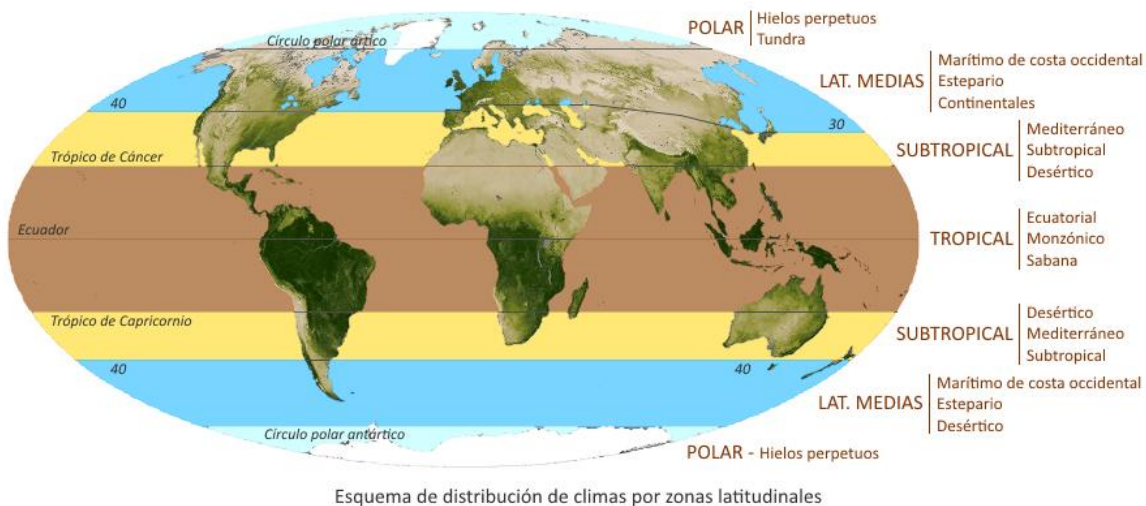
Ilustración 5: Tipos de reflexión y sus alteraciones al reflejarse sobre una superficie irregular (Zuleta, 2016).

El Sol, motor de la tierra y responsable de la vida en el planeta

Gracias a la energía recibida a través del Sol, por medio de la radiación en forma de luz y calor existe la vida en la Tierra como hasta hoy se conoce, ya que gracias a él se sustentan tanto el **clima** y la **meteorología** como la **fotosíntesis**.

La **fotosíntesis** es de los principales procesos provocados por la energía de la luz. En este proceso la energía lumínica se transforma a energía química estable que produce hidratos de carbono, el cual se mantiene principalmente por el medio acuático y terrestre creando la flora, que tienen la capacidad de sintetizar materia orgánica partiendo de la luz y alimentar otros seres vivos. La vida en nuestro planeta se debe principalmente a este proceso (Field, Christopher B.; Behrenfeld, Michael J.; Randerson, James T.; Falkowski, Paul, 1998).

El **clima** uno de los principales mecanismos que normalizan la vida en la Tierra también es determinado únicamente por el Sol. De ahí viene su término *clima*, del latín *clima-atris*, y este del griego *klima* que significa inclinación del Sol (Neila G. F.,



2004).

Ilustración 6: Esquema de clasificación de climas según Köppen en 1884 (Gobierno de Navarra, 2020)

En 1884 el climatólogo alemán Wladimir Köppen, creó una clasificación del clima a nivel global, tomando como parámetro la temperatura y las precipitaciones medias anuales y mensuales. Divide los climas en tropical, seco, templado, continental y polar, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada uno de estos grupos se divide en subgrupos de acuerdo a su tipo de clima, identificado con un símbolo de 2 o 3 letras (ilustración 5).

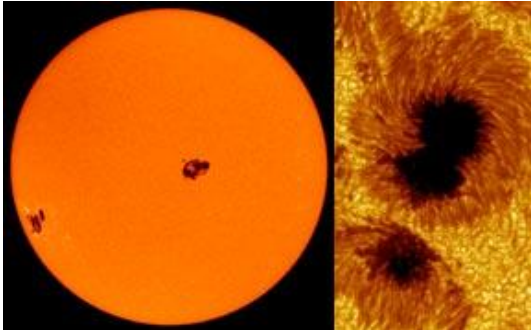


Ilustración 7: Imagen de diferentes manchas solares en diferentes acercamientos, ambas manchas son más grandes que la Tierra (Bergman, 2008).

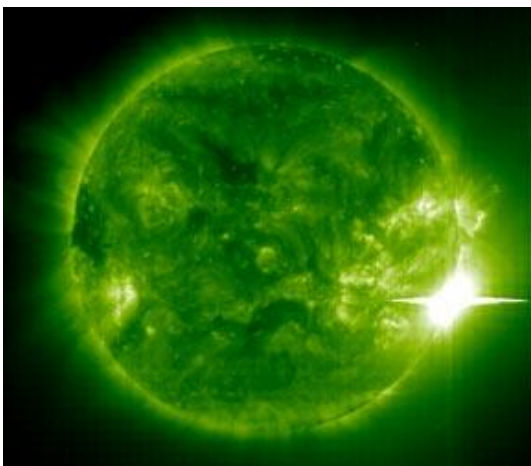


Ilustración 8: Imagen ultravioleta del Sol que muestra uno de los mayores destellos solares conocidos en Noviembre del 2003 (Bergman, 2008).

De acuerdo al comportamiento del Sol y la relación y/o acercamiento de la Tierra, el albedo provoca cambios en la atmósfera y el suelo debido a la **radiación**, que da como resultado el cambio de temperatura, humedad, vientos, presión y precipitaciones (Yáñez, 1988).

El albedo se manifiesta de acuerdo a la actividad solar como **manchas solares** (ilustración 6) ó **llamaradas solares** (ilustración 7) que emiten distintas cantidades de radiación electromagnética que incluyen rayos-x, radiación ultravioleta, luz visible y ondas de radio que provocan cambios en el clima. Estos fenómenos pueden llegar a tardar días o hasta semanas en formarse, esta actividad solar varía en ciclos más largos y cortos, como el de las manchas solares duran 11 años (Bergman, 2008).

La energía eólica es otra forma de aprovechamiento de la radiación solar, ya que al calentar con diferente intensidad la superficie de la Tierra da origen a los vientos (EcuRed, 2019).

I.2 El Sol en los seres vivos; comportamiento del ser humano ante el Sol y el surgimiento de los primeros asentamientos como protección solar.

Como vimos en páginas anteriores, el Sol brinda a la Tierra la energía que permite la vida de todo ser vivo que habita en ella, tanto animales y plantas para que entre ellos puedan coexistir, siendo el Sol de manera controlada beneficioso para la salud de los seres vivos.

Los cuerpos de los seres vivos están diseñados para aprovechar la luz solar. En los seres humanos el Sol produce a través de la piel vitamina D, que es indispensable para fijar el calcio de los huesos (Flores M. , 2018); permite mantener los patrones de sueño para poder permanecer despiertos durante el día y dormir por la noche; ayuda a mantener un buen estado de ánimo, ya que estimula nuestros cuerpos produciendo melatonina y serotonina, entre otros beneficios.

Sin embargo, cuando la radiación solar es excesiva y prolongada en los seres vivos, esta se vuelve perjudicial, ya que cuando existe una alta y prolongada exposición a los rayos solares, es perjudicial provocando enfermedades en la piel,



Ilustración 9: Elefantes protegiéndose de los rayos del Sol bajo un árbol aislado (Servicio Andaluz de Salud, 2019).

daños en los ojos y en el sistema inmunológico (National Institute of Health, 2014).

Las cavernas, primer habitáculo del ser humano

Los seres vivos, al igual que los seres humanos han buscado la manera de cómo protegerse del Sol a lo largo de su evolución. En cuanto a los seres humanos se estima que los primeros pobladores de la Tierra en su modo de vida nómada solían guarecerse dentro de las cuevas para poder protegerse del Sol y la lluvia. Estas son consideradas como las **primeras viviendas del hombre**. Las cuevas o cavernas son recintos subterráneos, que solían ser oscuras y húmedas derivadas de formaciones geológicas, las cuales el hombre desde sus orígenes aprovechó como refugio. Se han encontrado vestigios dentro de las cuevas en distintas partes del mundo. En Europa se tienen registros de este tipo de cuevas habitadas en los países de Francia y España, tal es el ejemplo de las grutas de Pair-Non-Pair en Gironne Francia. En América en países Perú y México se encontraron muestras de que habitaban algunas cuevas (Morales, 2015), así como en el continente Asiático en la localidad de Abjasia, la cual es una de las cuevas más



Ilustración 10: Cueva donde los primeros pobladores se refugiaban del clima (Ancient Origins, 2018).

profundas (Tella, 2014).

Se podría afirmar que durante esta época, el hombre no modificó ni creó ninguna técnica de construcción para sus viviendas, adaptándose al medio sin que este sufriera alguna transformación de manera substancial y mucho menos permanente (Simancas, 2003).

De las cavernas a los refugios naturales; primeros asentamientos construidos por el hombre

Las muestras de los primeros **habitáculos** encontrados en Europa corresponden al *Paleolítico Medio*, perteneciente a los llamados *Neandertales*. **Se presume que estas formaciones naturales eran seleccionadas en función de la orientación, buscando que la entrada se situara hacia el sur para protegerse de los vientos del norte,** y que contara con una entrada de aire para encender sus fogatas.

Más tarde en presencia del hombre de *Cromagnon*, caracterizada por su inteligencia y creatividad, desarrolló nuevas técnicas de protección en cuanto a su vivienda dejando atrás la vida nómada, en donde la recolección de alimentos cambió por la producción y acopio de alimentos. Así pues, se entró a la era Neolítica, convirtiéndose en una transformación crucial para la historia humana, pasando de la caza y recolección de alimentos, a un sistema económico productivo basado en la agricultura y ganadería, pasando de una vida nómada a sedentaria.

Simancas (2013) nos muestra un repertorio importante acerca de la evolución de la vivienda, que entre otras variables principales que daban pie a su evolución, donde se encuentran las primeras técnicas y sus cambios en los procedimientos constructivos en dirección y domesticación del clima.

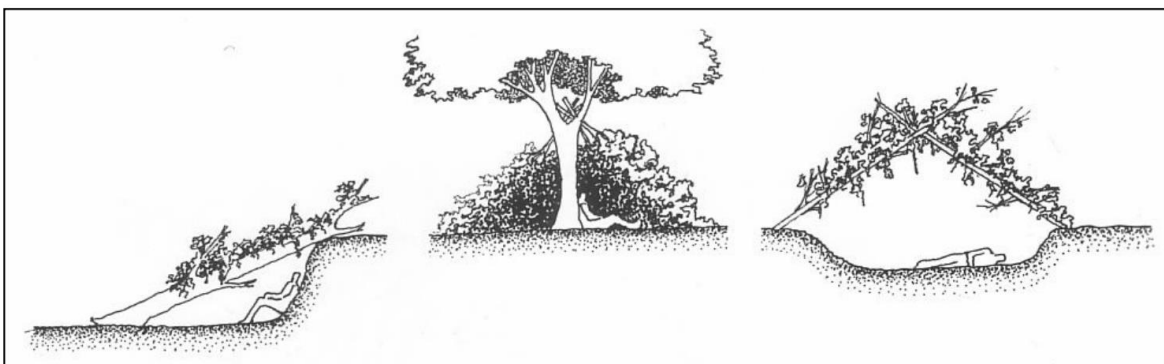


Ilustración 11: Protección con árboles caídos, ramas desmontadas y vivienda semienterrada con cubierta vegetal (Simancas, 2003).

Con el hombre de Cromagnon, se tiene la hipótesis de comenzar a utilizar a los árboles como técnica de protección durante el verano, desde un árbol caído, una choza de ramas caídas y dando las primeras apariciones de vivienda semienterrada con una cubierta de ramas y hojas de árbol, apareciendo las primeras tiendas como técnica de vivienda del hombre (Simancas, 2003).

Esta técnica fue utilizada en diversas tribus y culturas alrededor del mundo, siendo una estructura de madera que funcionaba como armazón, el cual era cubierto con una membrana fija de hojas de árbol o de pieles de animales.

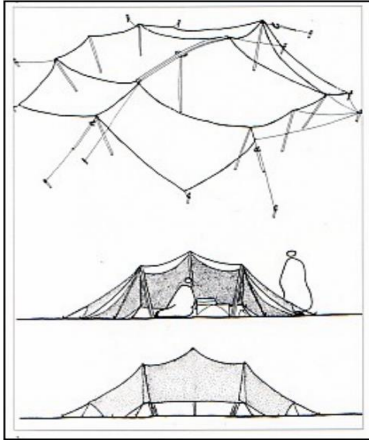


Ilustración 141: Esquema de tiendas usada por pobladores de Nigeria (Senosiain 1996, en Simancas 2003)

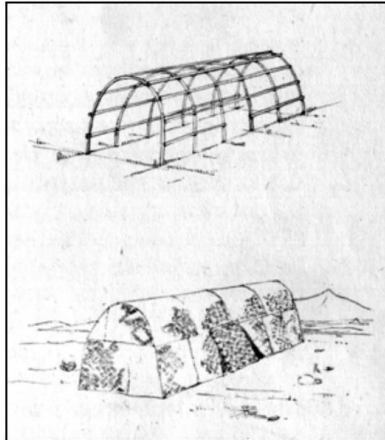


Ilustración 122: Viviendas con estructura de arcos cubiertas de ramas y pieles de animales en Nigeria (Camesasca 1971, en Simancas 2003).



Ilustración 133: Tienda construida por indígenas del Norte de América (The house book 2001, en Simancas 2003).

Se puede decir que las tiendas son los primeros indicios de las viviendas prefabricadas y ligeras.

El sedentarismo dio paso a la aparición de los primeros poblados, formando las primeras civilizaciones concentradas en un territorio para trabajar el suelo colectivamente, quedando atrás las cuevas y dando paso a las primeras edificaciones y asentamientos humanos, punto de inicio de la arquitectura.

El hombre construye pequeñas chozas y cabañas agrupadas formando pequeñas aldeas, pero al continuo crecimiento de la población la demanda de vivienda se fue incrementando resultando en el crecimiento de los asentamientos y pasando a la formación de las primeras ciudades.

El hombre se ha dado cuenta la fuerte influencia e importancia del Sol sobre las condiciones de la tierra, convirtiéndose en un centro de estudio en las culturas antiguas observando su comportamiento y movimiento.

I.3 El Sol como deidad en las primeras civilizaciones

El hombre se dio cuenta de la fuerte influencia e importancia del Sol sobre las condiciones de la Tierra y de vida, convirtiéndose en un centro de estudio en diversas culturas, observando su comportamiento y movimiento.



Ilustración 15: Stoehenge, observatorio solar y lunar. Fuente: duna.cl.

A inicios del desarrollo de la humanidad, su capacidad de la razón también fue cambiando, dando paso a distintas creencias y mitologías que abrían paso a distintas deidades y una religión politeísta que formo parte del desarrollo de la sociedad, creencias, tradiciones y arquitectura.

Civilizaciones occidentales y orientales como la egipcia, mesopotámica, mexicana, incaica, china, japonesa, griega, romana y en religiones como el hindu, el Sol formo parte de sus deidades antiguas más importantes, influyendo de manera importante en sus culturas y de su arquitectura, ya que además de construir sus asentamientos de acuerdo a la disposición del Sol, también se construían templos y centros religiosos para rendirle culto.

Para los **egipcios** el Sol representaba distintas deidades, entre los más representativos del astro se encontraban Ra; que representaban el símbolo de la luz solar, dador de la vida y responsable del ciclo de la muerte y la resurrección, y Uadyet; como el calor ardiente del Sol y la llama del fuego respectivamente (Thode, 2019).

En la mitología **griega**, una de las civilizaciones más representativas de occidente, Helios (en griego antiguo *Sol*) era la divinidad asociada con el Sol, se decía que era el hijo de los Titanes Hiperón y Tea, dos deidades que importantes de la edad de oro mitológica griega, quien se creía que tenía una aureola del Sol, que cabalgaba cada día hasta el océano y circundaba la tierra hasta la noche (García S. , 2019).



Ilustración 16: Representación gráfica de Ra, el dios del Sol egipcio (Thode, 2019).



Ilustración 17: Representación de Helios dios del Sol Griego (García S. , 2019).

Al oriente, con la presencia de la cultura **hinduista**, tenían como divinidad hacia el Sol a Suria (*suar*: brillar), así como otras civilizaciones se creía que era el dios que alumbraba, vivifica y alimentaba. Existen actualmente vestigios de templos que servían como culto a Suria como son: Dekshina Arka, Surianaar Koyil, Arasavilli y Konark. Algunos de estos templos tienen todavía altares que, de acuerdo a su disposición con el Sol, se iluminan en días determinados.



Ilustración 18: Pintura del dios Suria (Martí, 2019).



Ilustración 19: Fotografía del templo Konark, donde se rendía culto al Sol (Babu, 2019).

Vemos como en la parte de lo que ahora corresponde los continentes europeo y asiático, se encuentran divinidades definidas por cada civilización rindiendo culto al Sol, también siendo principal o el más importante de las deidades en cada una.

Por otra parte, en América encontramos las antiguas culturas de **Mesoamérica**, que al igual que las culturas del occidente y oriente europeo y asiático veían al Sol como una deidad que les transmitía energía y vida, muy similar a las creencias de las deidades que se tenían en las civilizaciones ya mencionadas en párrafos anteriores. Así pues, en las que fueron llamadas las nuevas culturas de occidente,

encontramos numerosas referencias, descubrimientos y métodos de divinidad y domesticación del Sol.

Dentro de las culturas mesoamericanas encontramos al imperio **Inca**, que dentro de su mitología tenían a Inti que era considerado su dios del Sol, que además era adorado por que brindaba alimento a sus tierras por su energía. Se construyeron templos dedicados a su divinidad siendo en Cuzco ubicado el más importante llamado Coricancha (en Quechua: *Quri Kancha*, Tempo dorado) ubicado al sureste de Perú. En la conquista este templo fue saqueado y sobre sus cimientos se construyó el templo dedicado a Santo Domingo, en manos de Francisco Pizarro (Calvo & Urbano).

Otra cultura mesoamericana que estudio los astros y el Sol fueron los **mayas**. Situada en centro América, actualmente es el sureste de México y norte de América central. Esta cultura se convirtió una cultura destacada en el estudio de los astros, por medio de la observación sistemática del paso del Sol, permitiéndoles realizar cálculos exactos que definían la duración de un año solar. Tenían la capacidad de predecir los eclipses solares y lunares, a través de la marcación del paso del Sol a través de las estaciones gracias a la observación del movimiento del Sol por el horizonte y a través de pirámides

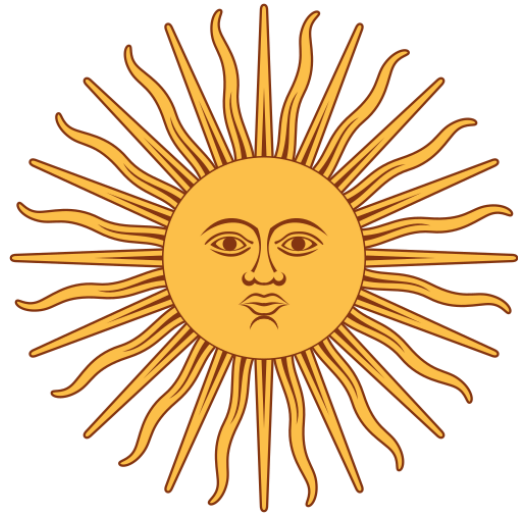


Ilustración 20: Representación del dios Inca del Sol Inti con forma de elipsoide de oro con los rayos que atribuían al poder (Pueyrredón, 2019)



Ilustración 21: Observatorio El Caracol México. Fuente minube.com



Ilustración 22: Fotografía de templo Coricancha en el año de 1950

y otros templos. **Tal fue su conocimiento del astro que creó un calendario con su movimiento** (Huchim, 2019).

Los mayas construyeron sus monumentos, palacios, pirámides y otras estructuras de sus ciudades de acuerdo a los movimientos del Sol. Documentaban sus movimientos importantes como los **equinoccios, solsticios, y los pasos cenitales y nadir**, que les ayudaba para darse cuenta el momento de sembrar el maíz y prepararse para la cosecha. Uno de los templos más importantes para honrar al Sol es la pirámide de Chichén Itzá, uno de las edificaciones y monumentos solares más importante de las civilizaciones antiguas en el mundo.

Tal es su importancia y relación con el Sol, que cada elemento de su construcción tiene relación con él, tal es la suma de los 91 escalones que poseen las cuatro escalinatas de cada lado, más el templo ubicado en la parte superior dan como referencia los 365 días del año solar.



Ilustración 23: Fotografía de la pirámide de Chichén Itzá (Gobierno Estatal de Yucatan, 2019).

Durante los equinoccios ocurre un fenómeno particular provocado por la luz y la sombra provocada por la pirámide, proyectando una serie de triángulos en el costado de la escalinata, luego del último triángulo en la parte inferior, el Sol brilla en una cabeza gigante tallada en piedra, asemejando a una serpiente deslizándose por la pirámide. Para los mayas esta serpiente representa a Kukulcán una serpiente emplumada que trae luz y energía del Sol a la tierra (NMAI, 2019).

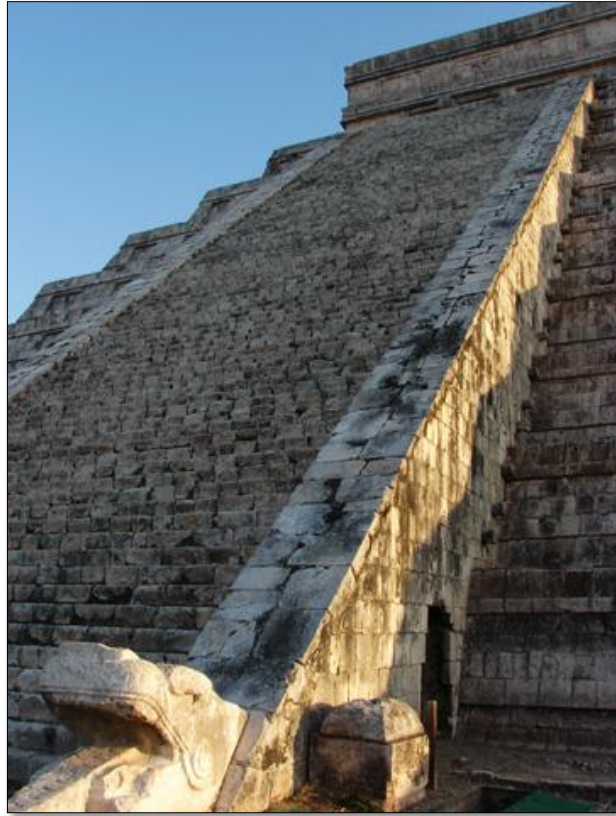


Ilustración 24: Fotografía tomada de la escalinata donde se proyecta la sombra de Kukulcán descendiendo de la pirámide (Gobierno Estatal de Yucatan, 2019).

En cuanto a lo abordado en los párrafos anteriores, nos podemos dar cuenta que el Sol ha marcado con gran importancia el desarrollo de

las civilizaciones antiguas desde su cultura y creencias, como en las edificaciones que fueron creadas a este astro, asentando que se tiene el conocimiento y la importancia del Sol en distintas civilizaciones y la manera en como este era visto, observado y estudiado.

Estas civilizaciones con su conocimiento y capacidad de rápido aprendizaje por medio de la observación, supieron de cierta manera domesticar el sol, conociendo sus beneficios y desventajas, fueron aprendiendo acerca de su movimiento en distintas épocas del año y gracias a ello creaban sus edificaciones en relación al Sol.

I.4 Primeras técnicas y orden de la construcción en relación al Sol, inicios de la bioclimática

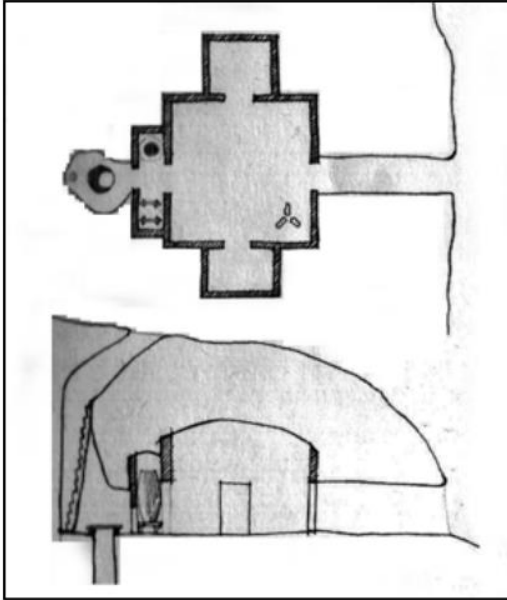


Ilustración 25: Planta de vivienda excavada, ejemplo tomado de Sudán occidental (Caesasca 1971, p.17, en Simancas 2003).

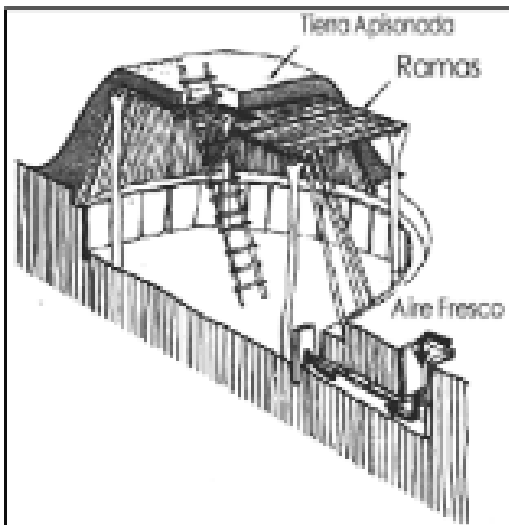


Ilustración 26: Tipo de vivienda semi enterrada con pñanta circular y cubierta de ramas y troncos (Izard, 1983 en Simancas, 2003)

En los párrafos anteriores se explica como el Sol formaba parte de las deidades de las antiguas civilizaciones, rindiéndole culto con centros ceremoniales y edificios de distinto tipo. Gracias a este culto y conocimiento que tenían acerca del Sol, distintas civilizaciones construían edificios con otro tipo de fines, dedicados no solo a rendir culto si no al comerciό, política y vivienda.

Durante el Neolítico el hombre comenzó a agudizar sus conocimientos del clima para mejorar sus habitáculos, además de la orientación solar en relación a su hogar,

también consideraban la lluvia y viento, mejorando y adaptándose a estas variables climáticas mejorando la técnica en sus viviendas, quedando las cuevas en desuso a partir de este periodo.

Tras la creación de nuevas herramientas para la creación de sus viviendas y la constante evolución y aprendizaje por la experiencia, el valor y la organización para construir, el hombre fue mejorando sus técnicas de construcción en relación al

clima.

Vivienda subterránea y semienterrada

Posterior a la Tienda, en el siguiente escalón a la evolución de la vivienda nos encontramos a la **vivienda subterránea**. Estos tipos de vivienda eran agujeros en el suelo de planta circular e inclinada para protegerse de la intemperie. Aún la tecnología en herramientas era limitada, por lo cual se veía limitada el tamaño de la vivienda. Esta tecnología continúa evolucionando dando pasó a las *viviendas excavadas en fosas*, estas contaban con paredes verticales bien aplomadas de una profundidad de 1 a 2.5 m. Se encontraron indicios de plantas ovales y también cuadradas, se cree que estas estaban cubiertas de techo vegetal. En el norte de

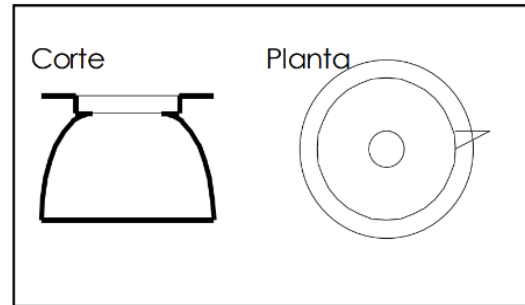


Ilustración 286: Planta y alzado de tipología de vivienda circular excavada en China (Lubes 1985, p.20, en Simancas 2003)



Ilustración 277: Vivienda semienterrada encontrada en Escocia, se observan paredes de piedra y cubierta vegetal (The House Book, 2001 en Simancas, 2003)

China se han encontrado este tipo de viviendas, en dónde se construían ciudades completas. **Usualmente en este tipo de casas ubicaban alrededor del patio distintos espacios de la casa, utilizando el patio para ventilar e iluminar las habitaciones**, también ubicaban aljibes para recolección de agua de lluvias (Simancas, 2003).

Esta tipología de vivienda además de encontrarse en Asia con los turcos y chinos, también se encontró indicios similares en África con los tunecinos y en distintas partes de Europa, en países como España, Portugal y Francia. **Estos tenían una similitud en sus ciudades con una traza lineal unidos a través de senderos exteriores bien orientados, beneficiándose de los microclimas (Ilustración 29).**



Ilustración 29: Sistema de viviendas con patio al interior.

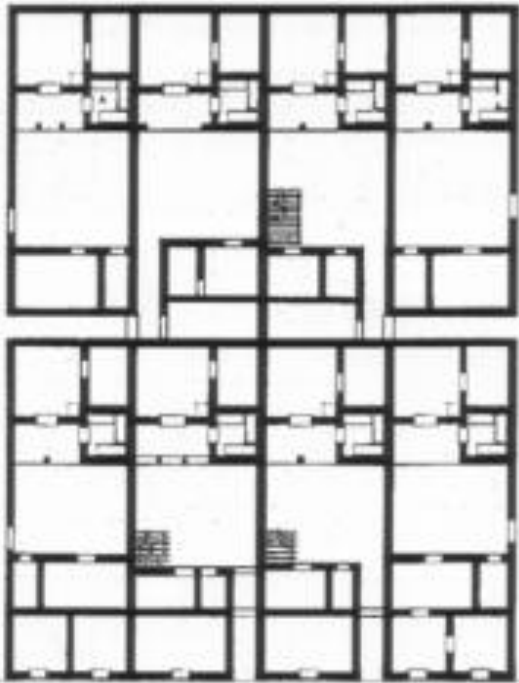


Ilustración 30: Viviendas griegas con disposición de la traza urbana lineal orientada en referencia a las viviendas con patio de planta rectangular.

La similitud de este tipo de viviendas entre distintas civilizaciones asentadas en climas totalmente distintos se debía a la respuesta de la masa térmica de la tierra, **donde la temperatura interior a diferencia de la exterior, se mantiene constante (Ilustración 28).**

Siguiendo la evolución de la vivienda, nos encontramos con la vivienda **semienterrada**, con características similares a la enterrada. Este tipo de viviendas tenían notable semejanza unas a otras, con plantas circulares **orientando la entrada hacia el sur**, estas tenían columnas en la parte central de la cubierta que generalmente eran de troncos y ramas con una gran inercia térmica, al igual que los primeros refugios y tiendas. Este tipo de construcción surge poco antes de llegar a las construcciones sobre el suelo (Simancas, 2003).

Viviendas sobre el suelo

Siguiendo en el peldaño de la evolución del habitáculo, se dio paso a la **vivienda sobre el suelo**, dejando atrás a la vivienda semienterrada. Este tipo de vivienda estaba dispuesta generalmente en una planta rectangular, caracterizadas por

estar ubicadas en climas extremos con altas temperaturas a lo largo del año y con fuertes saltos térmicos entre el día y la noche (Ilustración 29).

Las técnicas constructivas dieron un salto importante evolucionando tecnológicamente, **comenzando a construir las chozas con muros de adobe de gran espesor y reducidas aberturas**, cerrando la parte superior de la

vivienda con el mismo elemento constructivo. Dentro de la planta rectangular se abría un **patio interno** y cerrado al exterior para conseguir temperaturas más frescas en el día y mayor humedad en la noche.

Más adelante en Egipto, **las viviendas igual de adobe y de planta rectangular tenían únicamente dos aberturas, la entrada y una ventanilla en la parte posterior** para garantizar la ventilación cruzada.

Poco antes de la llegada de los romanos en las regiones de Alemania y Francia, la vivienda comenzaba a presentar cambios tales como la división en zonas que respondieran más a sus necesidades y actividades, **cambiando la percepción de la vivienda como no solo un lugar para protegerse del medio ambiente**. De esta manera se daba paso a la búsqueda de una mejor vivienda, pero aun sin desarrollar el sentido de confort.

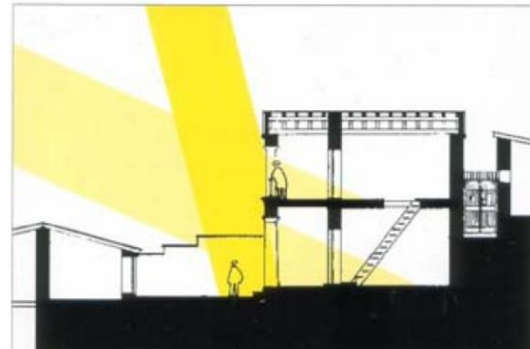


Ilustración 30: Vivienda griega en el mediterráneo orientada al sur con patio central, la iluminación penetra gran parte de la fachada gracias a sus grandes vanos a través de su patio (Simancas, 2003 p.58).

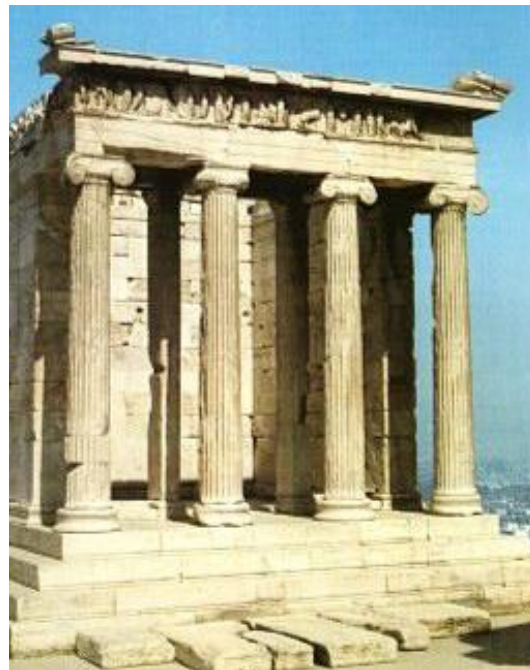


Ilustración 31: Pórtico del templo de Atenea Nike. Fuente udc.gal



Ilustración 32: Logia en casa dei Cavaleri Rodi en Roma. Fuente: esacademic.com



Ilustración 34: Balcón Español. Fuente Mapio.net.



Ilustración 33: Veranda rodeando una vivienda en el campo. Fuente educalingo.com



Ilustración 35: Engawa en vivienda japonesa. Fuente: f3arquitectura.es

En Grecia, dónde el clima es menos extremo, las viviendas mostraban un pórtico en la fachada principal orientado al sur con columnas alrededor, con la finalidad de aprovechar más la iluminación natural (Ilustración 30). **La proporción de**

aberturas mayor se prestaba gracias al clima estando más abiertas al sol, a diferencia de las viviendas que se han visto anteriormente donde la protección al Sol era casi total (Serra y Coch, 1995 en Simancas 2003). A este tipo de elementos de protección solar se les llamaba **Logias y Pórticos**. Esta tipología de vivienda siguió

funcionando y extendiéndose en imperios como el de Roma, **siendo el patio parte primordial de la vivienda en el mediterráneo** al cumplir con una función climática significativa, ayudando en el día a disipar el calor y dar sombra. El desarrollo urbanístico de adapto a esta tipología.

En países como en India, se encuentran elementos de protección solar parecidos al pórtico llamados **Veranda**, las cuales

funcionan como galerías alrededor de una estructura central, generalmente rodeadas por un barandal, esto además sirve como sombra y proporcionan espacios abiertos al exterior. Otro ejemplo es el *Engawa* parecido a la veranda pero sin barandal. Estas dos se encontraban elevadas sobre el nivel del terreno.

El Balcón también es un elemento muy utilizado con distintas ventajas, además de ser utilizados como plataforma para dar discursos sirve como protección solar.

En la urbe de las civilizaciones también se tomaba en cuenta el recorrido solar para su trazado y diseño. Los egipcios, por ejemplo, organizaban su ciudad con un sistema ortogonal de calles estrechas y manzanas orientadas en dirección norte-sur, **orientando las fachadas de los edificios al sur**. Tiempo después con el imperio romano, se crearon ciudades con núcleo central irregular, pero con una traza ortogonal orientados de **igual manera de norte-sur**. En esta civilización es donde se tiene registrado las primeras infraestructuras de las ciudades como alcantarillado acueductos, puentes, baños y pavimentos, las cuales se siguen caracterizando hasta hoy en día. Bajo una normativa y codificación urbana de límites de derecho de construcción ya existían autoridades que **controlaban el crecimiento urbano**, siendo el tránsito, organización, movilidad e higiene urbana por primera vez las prioridades de una administración urbana.



Ilustración 36: Traza urbana de una ciudad romana (Tella, 2014).



Ilustración 38: Ejemplo del concreto romano en los muros de sus edificaciones. Fuente archdaily.com



Ilustración 37: Edificio de varios niveles de la época romana. Fuente archdaily.com

En Roma comenzaron a crearse nuevos sistemas de construcción como el cemento, que permitía construir edificaciones más grandes y de más niveles, gracias a su rigidez, siendo uno de los sistemas que fueron pieza clave en las edificaciones, así como lo ha sido hasta hoy en día. Esto permitió construir las primeras viviendas de varios pisos, **apareciendo los primeros edificios multifamiliares en construcciones altas, abandonando por**

completo la idea de las viviendas mediterráneas el concepto bioclimático y la integración con el ambiente (Ilustración 38), rompiendo su relación con el medio ambiente y dando prioridad a los intereses económicos.

Poco antes de la caída del imperio romano, la ciudad comenzó a verse con dificultades debido a la alta densificación de la ciudad. En un inicio la ciudad no requería la protección de una muralla, pero con la aparición de nuevas civilizaciones el peligro de invasiones aumento, la ciudad romana se tuvo que fortificar, como consecuencia hubo una saturación de habitantes y la ciudad se convirtió en insalubre y vulnerable (Simancas, 2003).

Como consecuencia de la posible caída de las ciudades, los hacendados comenzaron a construir sus casas a las afueras de estas ciudades, comenzando a existir las sociedades rurales. **Esta huida de las ciudades hacia los suburbios eran consecuencia de seguridad, contacto con la naturaleza y confort** (Tella, 2014).

El cambio de la urbe del sistema Feudal Europeo y las influencias árabes en la cultura hispana durante la edad media

Al entrar la época feudal una vez derrocado el imperio romano, además de los cambios económicos, sociales e imperiales que signífico este suceso, también influyo en las ciudades y su tipología, ocupando una nueva mentalidad y forma física que se alcanzó también a las viviendas.

La vivienda medieval europea mantenía una misma tipología con ligeros cambios en cada imperio, respondían a los mismos



Ilustración 39: Traza urbana de plato roto, Sevilla España. Fuente: Pinterest.com



sistemas constructivos y formas. En lo que es actualmente España ocurrió un suceso importante en el año 711 para la arquitectura en las culturas de occidente principalmente las regiones hispanas, la invasión de la península ibérica por los árabes y beréberes.

Los árabes y beréberes ocuparon la mayor parte de la península ibérica, trayendo consigo una nueva mentalidad de la concepción de las ciudades, con diferencias en aspecto físico. Las ciudades fueron cambiando su configuración, ahora las casas se amontonaban en calles angostas y se perdía la traza en línea recta. Las ciudades cambiaron su configuración de donde dejaban a un lado las líneas rectas y daban paso a calles más angostas y de diferentes formas, dando paso al tipo de traza de plato roto.

Ilustración 40: Calles angostas producto de la traza urbana. Fuente: Pinterest.com

Este sistema respondía también a un tipo de protección a la ciudad ya que, al contar con calles más angostas, en caso de una posible invasión, era más complicado para el invasor recorrer la ciudad entre las calles angostas, además de que al tener las casas más juntas, servían como protección y se tenía una mayor facilidad de defensa. **La calle ahora fue un producto de la repartición de terrenos.** Se tiene como ejemplo las regiones andaluzas en España en ciudades como Toledo, Sevilla, Málaga, Córdoba, Granada, entre otras de la región.

Los árabes tenían técnicas bioclimáticas muy avanzadas, que respondían el tipo de clima mediterráneo, domesticaban el clima a su favor y controlando variables como vientos, humedad y **asoleamiento**. La Alhambra, palacio que albergaba una



ciudadela alojando al monarca y a la corte del Reino nazarí de Granada situado en Granada, España, es uno de los mejores ejemplos de la influencia árabe en la arquitectura hispana que además de contar con detalles de belleza, en su interior se puede encontrar el control de la luz, sobras, patios centrales, estanques, vegetación que proveían de confort a los habitantes.

Los árabes tenían un control del sol en sus construcciones muy eficiente. Tenían un juego de tamaño de ventanas que evitaban el asoleamiento excesivo, en las pequeñas evitaban el sobrecalentamiento del espacio, y las grandes servían como entrada de iluminación, pero eran protegidas con grandes pórticos y logias en épocas cálidas, manteniendo una temperatura

Ilustración 41: Foto exterior de la Alhambra Nevada. (Alham

templada al interior de los espacios, no sin antes mencionar que el **patio central** era

un punto focal importante en su arquitectura bioclimática, ya que generaba un **microclima** gracias a la vegetación y grandes estanques de agua que mantenían húmedo y fresco el ambiente (Ilustración 41).

Esta influencia tuvo mayor auge en la parte sur de España, ya que al norte algunas regiones hispanas continuaban con una



Ilustración 42: Diseño árabe de patio central con estanque de agua rodeado de vegetación. Fuente: Plantas y Jardin.com



Ilustración 43: Primeras ventanas de cristal en la edad media. Fuente: alamy.es

relación más estrecha con los países del norte y modo de diseñar similar a ellos con viviendas más pequeñas de dos plantas normalmente de planta alargada con un pequeño patio en la parte posterior.

Para este periodo comenzaron a utilizarse el cristal en las ventanas, así como el uso de **contraventanas de madera** que permitían protegerse de los vientos y el frío (Ilustración 41 y 42).

A finales del siglo XI se comenzó a edificar con ladrillos y elementos de fábrica, impulsado por un crecimiento acelerado de las ciudades, **ubicando las casas en parcelas largas con fachadas estrechas**. También se encontraban viviendas de madera sobre todo al sur de España, respondiendo a climas húmedos y fríos.

Seguido en el siglo XIV, comenzaron a aparecer leyes que regulaban la distribución urbanística y aspecto ornamental de los edificios, principalmente los de las calles principales de la ciudad. Esto fue dado principalmente en las viviendas burguesas.

Durante el siglo XV se presenta la expulsión de musulmanes y judíos de la península ibérica, dando pie a una renovación de imagen a las ciudades y viviendas al ser obligadas a dejar de lado toda apariencia árabe. Sin embargo, estas transformaciones fueron únicamente ornamentales ya que muchas casas mantuvieron la tipología y forma de edificación, con patios centrales, pórticos, y esquema de distribución.



Ilustración 45: Catedral de Sevilla España, tomado como ejemplo en el cual los españoles tras haber expulsado a los árabes realizaron cambios en su arquitectura para crear una identidad propia. Sin embargo, se mantuvieron ciertas construcciones como es el ejemplo de la catedral cristiana que mantuvo la mezquita árabe. Fuente: urbanexplorers.es

Influencia Italiana en la arquitectura solar; El renacimiento, transición de la edad media a la edad moderna

En el siglo XIX en Florencia Italia, nació un movimiento que marco el término de la edad media, dando comienzo a la edad moderna del hombre. La influencia italiana se vio presente en la organización de los salones con actividades no determinadas, **pero eran saturados con muebles estéticamente adecuados**, a esto se le llamo **vivienda distribuida**. Aquí se presenta un cambio de movimiento en la población, en donde ahora se presentaba una fuerte migración del campo a la ciudad, provocando una gran detonación de la **vivienda urbana**, afectando casas medievales y cascos antiguos provocado por el hacinamiento, construyendo más pisos sobre ellas creando una composición de **viviendas medianas que buscaban ofrecer mayor entrada de luz y relación con el exterior**. Este tipo de fenómeno se presentó en países del **norte de Europa**, como **Holanda, Inglaterra y Alemania**, donde presentan los mayores avances de calefacción e iluminación en la **vivienda** a diferencia de España, ya que el clima en los países del norte era más extremo durante el invierno. Sin embargo,

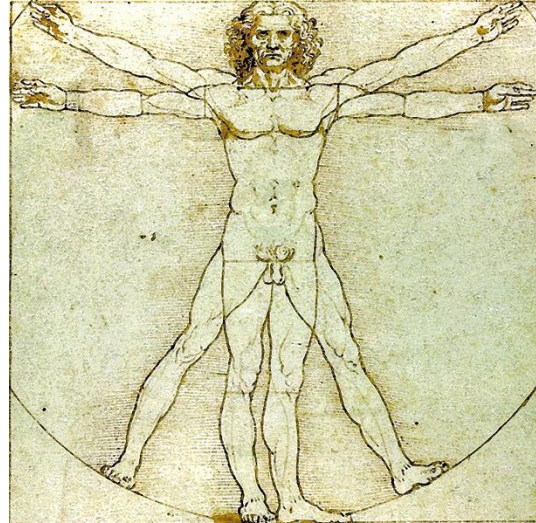


Ilustración 47: Pintura del Hombre de Vitrubio, del Pintor Leonardo da Vinci, marco una de la principales representaciones de la época renacentista, donde se crea una nueva forma de ver al hombre y su entorno. Fuente: juntadeandalucia.es



Ilustración 46: La basílica de Santa María del Fiore, en Florencia, es una de las principales obras arquitectónicas renacentistas que marcaron la pauta en este movimiento. Fuente: Wikipedia.org

algunas regiones de España adoptaron estos sistemas.



Ilustración 50: Ejemplo de la arquitectura renacentista inglesa y del basto uso del cristal en ventanas, dejando a un lado las contraventanas. Fuente: arquitecturadecasas.info

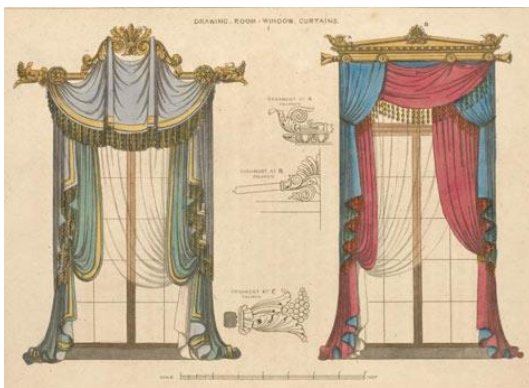


Ilustración 49: Primeras cortinas y persianas inventadas para el control de luz solar en las ventas. Fuente: Pinterest



Ilustración 48: Primeras creaciones de abatimiento en ventanas de cristal para permitir la corriente de aire.

Para esta época el **uso del vidrio en ventanas fue creciendo**, dejando a un lado el uso de contraventanas. Con esto se permitió mayor eficiencia en el uso de los espacios durante el día ya que pasan a ser lugares más iluminados dónde antes no se podía trabajar. El vidrio pasó a ser un elemento constructivo muy importante en la edificación hasta la actualidad, ya que permite el paso de la luz del sol a los espacios, pero evita las corrientes de aire y permite mantener la masa térmica durante el invierno en los espacios internos. Posteriormente se vieron avances en el uso del vidrio por falta de ventilación permitiendo su apertura y cierre sobre todo cuando se requiriera las corrientes de aire durante el verano, así como la ventilación necesaria al interior por el uso de braseros o chimeneas. Los holandeses inventaron la ventana en guillotina que permitía abrir y cerrar el vidrio, siendo más práctica que la de abatimiento ya que evitaba que el marco saliera o entrara a la habitación, esta invención se propagó en algunas viviendas en España.

En esta época se presentan por primera vez el uso de **los elementos de control**

solar, que servían para controlar la entrada de la luz al interior como persianas y visillos que además brindaban mayor privacidad ante la mirada de la calle al interior (Ilustración 49)

Influencia de la arquitectura occidental europea en América; descubrimiento de América

Volteando al otro lado del mundo, en América, en este mismo siglo se dio el descubrimiento de América por las potencias del occidente de Europa, llevando consigo un choque cultural, de religión y arquitectura. En las regiones conquistadas por países hispanos, se trasladando la tipología de vivienda árabe que se tenía arraigada además de las nuevas imposiciones arquitectónicas que marcaban la identidad europea hispana, dando inicio al estilo arquitectónico **Virreinal**, también conocido como **novohispano o arte de la Nueva España**, caracterizada por la tradición europea hispana y político-religiosa. Desapareciendo totalmente las formas medievales.

Este tipo de arquitectura se vieron presente en edificaciones político-religiosas, floreciendo el barroco italiano en su máxima expresión como estilo propio de la región, manteniendo estilos básicos de



Ilustración 52: Misión Conca, Querétaro. Utilizaban elementos como arcos de medio punto y pórticos en las iglesias, llamadas capillas pozas, dónde se mantenían a los indígenas antes de ser cambiados al cristianismo. (De-Paseo, 2019)



Ilustración 51: Catedral de la Ciudad de México, principal exponente de la arquitectura virreinal en México. Fuente: Wikipédia.com



Ilustración 53: Palacio nacional mexicano, construido a inicios de la conquista como segunda casa del conquistador Hernán Cortés. Fuente: Wikipédia.com

diseño como arcos de medio punto, **logias y pórticos**. El auge económico que resulto a raíz del descubrimiento de América por Europa, impulso la arquitectura civil construyendo grandes mansiones con nuevas formas y detalles constructivos. **Las fachadas asumen un carácter escultórico.**

Revolución industrial; Enajenación de la vivienda del medio natural



Ilustración 54: La rápida aceleración productiva de la revolución industrial, dió paso a nuevos sistemas de transportes, disminuyendo tiempos y costos de traslados (Britaniaforyou, 2019).



Ilustración 55: La producción en fábricas provocó el aumento de mano de obra obrera, provocando que el hombre pasara menos tiempo en el hogar.



Ilustración 56: Las fabricas fueron un incentivo para ganar dinero a cambio de la mano de obra, provocando que mucha gente dejara el campo para mudarse a la ciudad.

En el siglo XVIII nos encontramos con el surgimiento de la revolución industrial y con ella el impulso del desarrollo industrial y producción gracias a los avances tecnológicos. Las ciudades crecían con velocidad debido al desarrollo industrial, siguiendo la migración de los campos a las ciudades, convirtiendo el hábitat en lo alejado de lo natural, apejando más las edificaciones a los recursos energéticos.

En esta época **la casa** pasa a ser un espacio vital de la familia, tomando las ideas de Vitruvio de “comodidad, firmeza y agrado”. **El confort térmico ya no toma como lo mínimo necesario, dejando a un lado lo agradable, tolerable o suficiente, dando pasó al bienestar físico como algo necesario para el ser humano.**

Rybczynski (1992) señala que en el siglo XVIII se descubrió el confort físico. Más tarde en el siglo XIV, en Inglaterra, el confort empieza a ser considerado como un ideal, buscando no solo el agrado visual, sino físico, buscando la utilidad de las cosas, es aquí donde hay un impulso por arquitectos e ingenieros, en lograr el confort

en los espacios.

En la revolución industrial, la casa deja de albergar el trabajo, pasando únicamente a ser sitio de estancia para la familia, haciendo que el hombre saliera a las fábricas o distintos puntos de trabajo para laborar.

En esta época los pensamientos revolucionarios en países como Estados Unidos y Holanda, se buscaba terminar con la idea del sirviente aboliendo la esclavitud. Gracias a ello los roles familiares se definían al ser el hombre quien salía a trabajar a las fábricas y las mujeres se dedicaban al hogar, posicionando a la mujer con un papel importante en la sociedad, convirtiendo la casa en un espacio como idea femenina del hogar dotando de trabajo doméstico que dio lugar a la ingeniería doméstica para hacer más eficientes las labores del hogar, ahorrando tiempo y energía. De esta manera el diseño del hogar debía seguir respondiendo



Ilustración 57: El rol de la familia moderna se vió marcado a raíz del capitalismo en el revolución industrial, al ser el padre el responsable de trabajar para poder traer dinero al hogar y la madre en ser la encargada de administrar y procurar el hogar (Britaniaforyou, 2019).

con un confort físico a lo largo del día Simancas (2003).

Por otro lado, en la ciudad y fábricas, debido al poco contacto con el medio ambiente de las edificaciones, **se dio paso a las técnicas de control ambiental**

para evitar problemas de higiene y salud, **orillados por la creciente contaminación del aire y ambiente natural de las fábricas.**



Ilustración 58: Creación de las primeras aspas para ventilar en fábricas, debido al aire contaminado que se encontraba al interior por el uso de combustiones utilizadas para la producción.



Ilustración 60: Con la necesidad de crear un ambiente fresco e higiénico debido a la contaminación que se generaba en las fábricas, vino consigo la primer aire acondicionado industrial.



Ilustración 59: Acompañado del aire acondicionado industrial, en Estados Unidos se creó un casero para contrarrestar el clima extremo de algunos estados. Fuente:

Las primeras soluciones buscaban solventar las dificultades de ventilación, aplicando en fábricas ventiladores con aspas, **detonando las primeras investigaciones sobre la pureza del aire y los parámetros térmicos de un espacio al interior,** dando paso a los primeros parámetros de confort ambiental.

Esto dio paso a los primeros proyectos de vivienda ventilada artificialmente, expulsando el aire viciado interno por medio de conductores o chimeneas. La calefacción avanzó rápidamente ayudándose de las propiedades caloríficas del agua para mantener los intercambios de temperatura en las habitaciones, transportando el calor de un lugar a otro.

Pasando al siglo XIX, dónde se creó la iluminación artificial, avance que fortaleció el paso a la era moderna hasta tiempos actuales, iniciando las instalaciones eléctricas, de gas, calefacción y ventilación. Estos tipos de instalaciones eran usadas principalmente en zonas de trabajo y hospitales, más tarde fueron llevadas a los hogares gracias a ingenieros y empresarios por interés personal. Estas tecnologías no

fueron bien aceptadas por los arquitectos. **Siendo este el primer momento donde se separa la tecnología y la arquitectura.**

Movimiento modernista en la arquitectura; rescate de la bioclimática

En el siglo XX ocurrió un movimiento de vital importancia que impacto a la arquitectura como se conoce hasta nuestros días. Se buscaba dar un giro radical a la arquitectura, evitando antiguos paradigmas de diseño con la intención de repensar la arquitectura y empezar de cero, dejando atrás cualquier vínculo con tradiciones anteriores, apartando los formalismos y estilos, surgiendo el



Ilustración 61: El modernismo a pesar de su nacimiento en Europa, se extendió rápidamente por otros países y continentes debido a la gran aceptación por su practicidad y dinamismo constructivo.

Modernismo. La situación actual impulsada por la revolución industrial y el surgimiento de un nuevo estilo de vida, provoco este nuevo movimiento, dando pie a que la arquitectura tuviera una mejor eficiencia y rentabilidad económica como prioridad, en ella se observa una mayor optimización de los espacios y con ello **la disminución de los patios.**

El arquitecto *Frank Lloyd Wright* retoma la idea de la vivienda como parte del medio ambiente natural, dejando a un lado la tecnología ambiental que era tomada como remedio o solución desesperada a problemas de diseño en la vivienda.

Frank busca introducir el medio natural a la vivienda, incluyendo en su diseño y

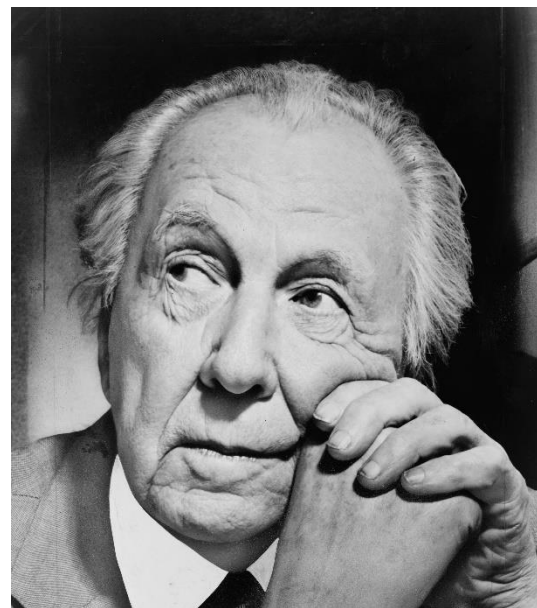


Ilustración 62: Frank Lloyd Wright principal exponente de la arquitectura moderna y movimiento de la arquitectura orgánica.

composición factores naturales que permitieran de manera propia de la vivienda sistemas de calefacción e iluminación naturales Simancas (2003).

En sus viviendas emplea elementos propios del diseño bioclimático que permitían mantener las variables climáticas nuevamente en contacto con la edificación, permitiendo ambientes térmicos dentro del margen de confort. La vivienda solar resurgió gracias a nuevos métodos de aplicación y control solar pasivo ayudado de la orientación que protegían la casa de la incidencia solar directa, como aleros, diseño de ventanas, pórticos, entre otros sistemas de control.

Cabe mencionar que *Frank* fue uno de los principales exponentes del movimiento modernista de la arquitectura, pero también lo acompañan arquitectos como *Mies van Der Rohe*, *Le Corbusier* y *Walter Gropius*. Este último siendo el fundador de la escuela de la *Bauhaus*, donde los ya mencionados arquitectos se identificaban con el movimiento arquitectónico de esta escuela, construyendo viviendas sociales para abaratar costos y tiempos de ejecución mediante módulos prefabricados y estandarizados, ofreciendo ideas de vivienda digna. Una de las representaciones principales de esta estructura arquitectónica fue *Maison Domino* (ilustración 29), por el arquitecto *Le Corbusier*, construida de módulos prefabricados estandarizados y producción en serie, adaptada a una planta libre que permitía



Ilustración 63: Sistema constructivo Do-mino, caracterizada por su sistema prefabricado y estandarizado en serie.(Gardinetti, 2019)

disponer de los espacios al interior

Sin embargo, aunque este movimiento apoyaba el sistema de vivienda digna, seguía la línea industrial y de producción de viviendas en serie, olvidando introducir la vivienda en el modo natural y relacionado con el clima.

Con la intención de relacionar lo vernáculo y el medio ambiente natural, se hizo presente el estilo **constructivista**, caracterizado por su dureza, sencillez y geométrica pura, sin tratamiento en las fachadas. Sin embargo, este estilo tomó un rumbo alterno que fue llamado **Movimiento Racionalista**, el cual decayó rápidamente en lo sencillo y funcional, provocando que la vivienda callera en la estandarización y deshumanización, **llevándola nuevamente a la llamada “arquitectura de cajas”** alejándola nuevamente de lo natural, retrocediendo a las creencias de la revolución industrial.

Alternamente surgió la llamada **Arquitectura Orgánica**, que mantenía su preocupación por el hombre, su medio, el entorno natural y su relación con el diseño de la edificación, así como la creación de formas naturales, racionales y estéticas. Frank, al ser el único que mantenía un lazo estrecho entre la naturaleza y el diseño de la edificación se consideró el padre de la **Arquitectura Orgánica**. El mismo se volvió un gran crítico del movimiento racionalista, poniéndolo en duda, ya que solo se trataba de construir edificios en formas de cajas, además de que existía una separación de esas edificaciones y el medio ambiente natural y



Ilustración 64: Casa de la Cascada de Frank Lloyd Wright, obra exponente de su arquitectura orgánica.

principalmente para las familias que las habitaban.



Ilustración 65: Edificio Chrysler en Nueva York, es uno de los edificios representativos del Art Deco. Fuente: Pinterest.com.

Junto al movimiento modernista surgieron corrientes de diseño de artes decorativas visuales como el **Art Deco** a principios del siglo XX, la cual se vio envuelta dentro de la arquitectura también tratando de adornar las edificaciones y fachadas. Sin embargo, debido a conflictos bélicos y económicos alrededor del mundo, como fue la presencia de las dos primeras guerras mundiales en el siglo XX, el **Art Deco** tuvo fin ya que pocas personas podían darse el lujo de construir con artesanos y con materiales costosos, además de que los tiempos de edificación debían disminuirse, por ello la

edificación volteo a ver formas de edificación con materiales menos ostentosos. El estilo económico y rápido,

finalmente termino con el **Art Deco**, retomando la esencia del **movimiento Moderno** como estilo del mundo libre y vida moderna.

El modernismo fue de gran ayuda para la rápida construcción de ciudades en Europa tras el paso de la segunda guerra mundial y regresando al pensamiento de la vivienda como núcleo principal de la formación de la familia como se tenía concebido en la **Revolución Industrial**.

Sin embargo, algunos arquitectos como *Le Corbusier* y *Buckminster Fuller*, seguían viendo la vivienda como una máquina, viéndola como un sistema de producción, pudiéndose construir en serie, pensando erróneamente que las necesidades y actividades de la familia eran universales siendo fieles al movimiento racionalista, proponiendo el **uso de materiales de menor grosor, estructura ligera y escasa inercia térmica**, lo que llevo a problemas de ruido,

elevación de **oscilaciones térmicas** dentro de la edificación acompañada con los **sobrecalentamientos**.

Estos cambios llevaron a los arquitectos de la época al uso casi obligatorio de sistemas de aire acondicionado en las casas (Simancas, 2003). Posteriormente se adoptaron llamándolas *instalaciones de confort y tecnología ambiental*.

En esta época se experimentó con varios intentos de sistemas evitar el sobrecalentamiento en los edificios. La intención era evitar los saltos térmicos siendo la **superposición de elementos en los muros y ventanas**, para proteger al edificio de la incidencia solar. Entre los elementos más destacados de protección (superposición) estaban las **cortinas y persianas, brise-soleil, mampostería sólida, capas adicionales de vidrio y mayores espesores de muro para mantener la masa térmica en el interior (fría o caliente) y finalmente las paredes neutralizadoras**, que consistían en doble pared en la cual pasaba por dentro tuberías e instalaciones.



Ilustración 66: Sistema de control solar llamado brise-soleil, fue uno de los aciertos dentro de la arquitectura bioclimática moderna que permitía el control solar.

Durante el siglo XX se encontraron nuevas tipologías de vivienda; *villas y quintas*, rodeadas por un amplio jardín con viviendas aisladas, siendo una tipología muy propia de la burguesía de la época. La *vivienda popular* fue otra tipología para personas de nivel medio que eran de menor tamaño y a diferencia de las anteriores el patio era de menor tamaño. También se comenzaron *las casas de apartamentos* que tenían en un mismo edificio varias viviendas, estas carecían de patio y las habitaciones al interior estaban unas juntas a las otras. Seguido a este tipo de apartamentos se dieron rápidamente *los edificios en hilera*, pegados unos

a otros, procurando las orientaciones **norte-sur**, para obtener la mayor cantidad de asoleamiento durante el invierno y protección del sol en verano (Simancas, 2003).

Un ejemplo a un mal diseño en relación al Sol en un edificio se tiene en la ciudad Refugio en Paris donde Le Corbusier y Pierre Janneret propusieron un sistema fijo de protección solar dónde la fachada sur era totalmente acristalada con intención de obtener el máximo de luz natural, provocando temperaturas interiores de 30 a 33°C debido al exceso de radiación. Si bien en invierno funcionaba bastante bien en verano era inhabitable. Gracias a este error que se convirtió en acierto para su arquitectura, comprendió la radiación solar y los elementos de protección solar, se convirtieron en parte importante de su arquitectura.

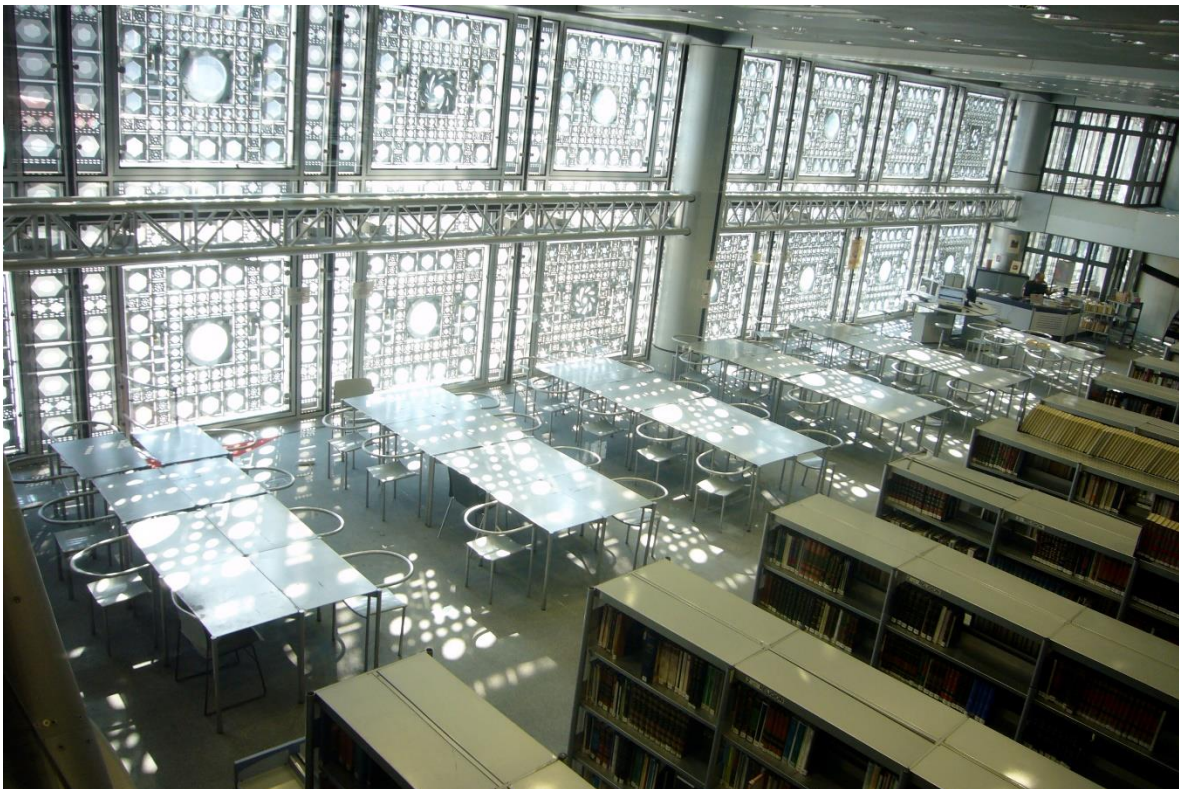


Ilustración 67: Ciudad Refugio en Paris. fuente urbipedia.org

Le Corbusier diseñó un sistema de control solar por medio de un mecanismo de lamas giratorias destinado a un proyecto de viviendas sociales en Andalucía. Esta propuesta al implantarse en toda la fachada de un edificio estrecho y profundo resultó excesiva en el clima Mediterráneo, ya que en verano la sombra era

correcta, pero en invierno era incapaz de permitir la radiación solar. En un caso favorable, las lamas permitirían la radiación difusa levemente, pero no sería suficiente para solventar el frío en invierno (Requena Ruiz, 2009 en Zambrano, 2013).

La necesidad de protección solar en los edificios impulso la búsqueda y recopilación de elementos arquitectónicos de distintos estilos y épocas, uno de ellos es la **Celosía** que solía usarse como elemento divisorio de espacios. Jean Nouvel en su proyecto *Instituto del mundo árabe*, busca crear un ambiente por medio de luces y sombras producidas por un sistema de celosías ubicados en los extensos acristalamientos en sus fachadas el cual controla la radiación solar con mecanismos modulados que se abren y contraen de acuerdo con la intensidad lumínica detectada por sensores fotosensibles (Duque, 2017). La particularidad de esta celosía es que tenían movimiento el cual se disponía de acuerdo a la necesidad de protección solar en la época del año. De esta forma el edificio controla automáticamente su propia luminosidad y crea un juego de luces y reflejos al interior. Este elemento hizo que la gente reconociera a Nouvel como el arquitecto High Tech.



Carta de Atenas

A raíz de la poca preocupación que existía por el ambiente en la construcción y el diseño, el funcionalismo arquitectónico y la preocupación por los espacios higiénicos provocaron el resurgimiento de la importancia que la orientación tiene en las edificaciones, a tal grado que se creó un manifiesto urbanístico ideado en el **IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna**, celebrado en el año de 1933 a bordo del Patris II en la ruta Marsella – Atenas – Marsella, siendo publicado en 1942 por Le Corbusier.

Esta carta suponía una ruptura del urbanismo del Movimiento Moderno, al igual que su arquitectura, con todo lo anterior.

Punto 24, determinación de las zonas de habitación debe estar dictada por razones de higiene.

Las leyes de la higiene, universalmente reconocidas, elevan una grave requisitoria contra el estado sanitario de las ciudades. Pero no basta con formular un diagnóstico, ni siquiera con descubrir una solución: también es preciso que las autoridades responsables la impongan. En nombre de la salud pública deberían ser condenados barrios enteros. Los unos, fruto de una especulación precoz, sólo merecen la piqueta; otros, a causa de los recuerdos históricos o de los elementos de valor artístico que encierran, deben ser parcialmente respetados; existen medios para salvar lo que merece ser salvado pese a destruir sin piedad cuanto constituye un peligro. No basta con sanear las viviendas: hay que crear y ordenar, además, sus prolongaciones exteriores, los locales de educación física y diversos terrenos deportivos, señalando de antemano en el plan general los emplazamientos que serán reservados para ello.

La **Carta de Atenas** solicitaba:

- Que la vivienda debe tener un lugar privilegiado en la ciudad.

- Los barrios de vivienda, ocupen los mejores emplazamientos, aprovechando la topografía tomando en cuenta el clima, la luz solar y áreas verdes.
- Elección de las zonas de vivienda por razones higiénicas.
- Imposición de densidades razonables.
- Se prohíbe la alineación de las viviendas a lo largo de las vías de comunicación.
- Que se libere el suelo a favor de grandes áreas verdes.

La carta apuesta a separar los lugares de residencia, ocio y trabajo. Se propone la colocación de amplias zonas verdes y poca densidad poblacional (Le Corbusier, de Villeneuve, & Jeanne, 1954).



Ilustración 69: Congreso del Team 10 en Otterlo 1959. Fuente: cosadearquitectos.com

I.5 El inicio de la crisis energética

Y la fuente de existencia de las cosas es la misma en la que ocurre su destrucción, Anaximandro, 547 a.C.

En la antigüedad se registran algunos casos de regulaciones energéticas, por ejemplo, los griegos, quienes en su constante demanda por de madera, los condujo a regular su uso. Algo parecido surgió con los atenienses y romanos, quienes establecieron impuestos para la venta de madera, y se prohibió el uso de leña de olivo para producir el carbón. En estos casos se veían en la necesidad de importar leña y carbón para poder satisfacer su consumo, debido a los costos elevados.

Debido a los altos consumos, aumento del costo energético por la falta y alta demanda de recursos, las culturas retomaron y mejoraron sus técnicas de aprovechamiento de energía solar. **Siendo los romanos, ayudándose de los conocimientos griegos en relación al Sol, los primeros en establecer leyes sobre el derecho solar y emitir recomendaciones de como orientar las edificaciones** (Rodríguez V. M., 2001).

En el siglo XIX, acompañado de la revolución industrial, es cuando se comienza el uso desmedido de recursos naturales para el consumo energético, y es cuando el petróleo comienza a tomar fuerza para el empleo de energía mecánica y eléctrica.

En este proceso se generó una arquitectura de consumo, determinada a dar una expresión de estatus, que dar respuesta a la demanda de espacios habitables, perdiendo la vinculación entre el clima y las condiciones geográficas. **Esto trajo un consumo excesivo de energéticos para producir condiciones de confort debido a las delimitaciones de diseño.**

En el siglo XX, en la época de los 60 se presentó una crisis energética, la cual provoco que los gobiernos comenzarán a ahorrar energía, siendo una oportunidad de redefinir la arquitectura y su interacción con el medio ambiente natural. Esto provoco que se juntarán algunos grupos de críticos de la arquitectura con intención de **recuperar los secretos para trabajar con la naturaleza y los medios que nos ofrece con la intención de dejar a un lado el acero y los sistemas de calefacción o acondicionamiento del aire artificial.**

Esto dio pie a que se buscaran nuevas alternativas de energías alternativas, pensando en fuentes como el Sol, mar viento y ríos.

Gracias a este movimiento generado por la crisis energética se comenzó a percibir una **arquitectura pasiva**, que tenía como fin buscar la calefacción y refrigeración de manera natural sin introducir sistemas artificiales. Sin embargo, no muchos siguen estos cánones y existe una fuerte tendencia a la construcción en serie, modulación y disminuir costos, **dejando a un lado el confort y comportamiento de los habitantes, así como la relación de la vivienda con el medio ambiente.** Algunos afirman que en este momento es cuando muere el movimiento moderno (Simancas, 2003).

Factores que obligan a mantener un ahorro energético en la vivienda

Anteriormente no se veía esta preocupación puesto que el estilo de vida y el tamaño de las poblaciones era relativamente menor, pero en el siglo XX las cosas cambiaron, pues el desarrollo poblacional, económico e industrial demanda un porcentaje mayor de recursos naturales, el cual no es equiparable con épocas anteriores, lamentablemente el método y las tecnologías para obtener la energía eran similares o no se preocupaba por el cuidado del medio ambiente, lo que significó un alto costo por la destrucción de recursos naturales.

La innovación en el diseño arquitectónico trae consigo beneficios tanto en el bienestar del ser humano y económicos, ya que al reformar el diseño en la vivienda se busca hacer más común el uso de nuevas tecnologías bioclimáticas que traigan consigo un beneficio tanto en lo económico como ambiental.

El consumo doméstico eléctrico representa casi una cuarta parte del gasto eléctrico en las regiones cálidas en países como México, en donde el consumo en Kilo Watts por hora por habitante aumenta más del doble debido al uso de sistemas de ventilación y aire acondicionado usados para mejorar la temperatura al interior de los espacios (Maqueda & Sánchez, 2008). Esto representa un aumento en el costo de calefacción y refrigeración asociados a las viviendas para mantener las condiciones de bienestar térmico en meses de frío y calor (García, 2017).

Las ciudades consumen entre 60% y 80% de energía alrededor del mundo, siendo las principales responsables de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), debido a que la electricidad es la energía que causa más emisiones de CO₂ (Albino, et al, 2016). Este problema puede disminuirse con la aplicación de tecnologías en las viviendas, implementando sistemas que ayuden a optimizar la energía y evitar un consumo excesivo de energía eléctrica (Komninos *et al.*, 2014).

Otro ejemplo se observa en la Unión Europea en donde el consumo de energía en edificios representa un 40% del consumo total. En el *Internacional Energy Outlook 2003*, se estimó un incremento de 58% del consumo energético mundial entre el 2001 y el 2008 (Oliver, García , & Neila, 2009).

Un estudio más detallado de la *International Energy Agency*, indica que, si continuamos con este ritmo, el mundo necesitará invertir trillones de euros durante las siguientes tres décadas para mantener y aumentar el suministro energético (Gielen, 2003 en Oliver *et al*, 2009).

El aire acondicionado genera un consumo energético alto; ya que a nivel global el aire acondicionado es uno de los principales consumidores de energía, por encima del 20% del consumo total de la vivienda en climas cálidos (Maqueda & Sánchez,

2008), los edificios consumen el 40% de requerimiento de energía primaria, el cual contribuye a más del 30% de las emisiones de CO₂ (H.W. Li. *et al.*, 2014).

El diseño arquitectónico enfocado en el control solar genera un ahorro de energía al evitar el sobrecalentamiento de los espacios en los meses de verano, y al calentarlos en invierno. Se debe aprovechar la energía solar ya que esta es constante, infinita y gratuita.

Normas para el uso eficiente energético en el sector residencial

Dentro de los años setenta del siglo XX, debido a la manifestación por la evidente preocupación por el ahorro energético y cuidado al medio ambiente, en países desarrollados se llevaron a cabo políticas sobre la eficiencia energética, creándose la Agencia Internacional de Energía el cual era la encargada del manejo de las políticas y medidas del uso eficiente de la energía, trabajando en paralelo con el uso de energías renovables.

En la actualidad varios gobiernos llevan a cabo sus propias normas y reglamentos de acuerdo al uso energético de su localidad, actualizándolos con las nuevas tecnologías de construcción.

Las principales normas globales que hablan acerca del comportamiento térmico de la edificación que nos pueden servir como referencia en México. La Norma Europea y la Norma de eficiencia energética en edificaciones residenciales para el estado de California.

Norma de eficiencia energética en edificaciones residenciales para el estado de California

La norma energética del estado de California se puede tomar como referencia para México, debido a la similitud geográfica que presentan ambas regiones.

Esta norma además de regular el consumo energético de la vivienda de acuerdo a las épocas del año para calefacción y enfriamiento, también regula aspectos como.

- Aislamiento térmico para el techo, piso, paredes, ventanas y puertas.
- Forma construida
- Ventilación y características de infiltración
- Ganancias solares

La norma ha desarrollado a partir de datos de entrada, el costo de la energía, área de la ventana, entre otros, para ser incluidos en formas de valoración.

Norma europea (European standard)

Se apoya en sistemas informáticos para realizar el cálculo de uso de energía para el calentamiento de la vivienda, regulando aspectos como:

- Calentamiento y pérdida de calor en la vivienda.
- Calor anual requerido en la vivienda.
- Cálculo anual para identificar la duración de la estación calorífica, aplicable con las ganancias de viviendas sin aire acondicionado.
- Regulaciones de bloqueo solar.

Esta norma puede servir en México, además de un panorama general europeo, para ser usadas de acuerdo a sus aplicaciones y comparativas.

Normas de eficiencia energética relacionadas con el comportamiento térmico en la vivienda en México

El 1 de marzo de 1993, la Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, construyó el comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Energéticos, encargada de elaborar, aplicar y vigilar el cumplimiento de las normas energéticas.

Al día de hoy se han publicado cuatro normas en el *Diario Oficial de la Federación*, relacionadas con la energía térmica en edificaciones entre ellas:

- **NOM-020-ENER**, *Eficiencia energética en edificaciones para uso habitacional*, Diseño térmico de edificaciones regulando el diseño térmico y la construcción de la envolvente, en viviendas de hasta tres niveles.

Esta norma encamina al mejoramiento del diseño de la envolvente para optimizar su desempeño térmico, logrando un confort dentro de la vivienda. Enfocada en la optimización de diseño térmico en la envolvente con el fin de disminuir el uso de quipos de enfriamiento.

Esta norma limita la ganancia de calor en la vivienda a través de la envolvente, con un método de cálculo para la ganancia de calor a través de la envolvente y su orientación, exigiendo un informe de resultados.

Concepto según la Norma

Clasifica los componentes de la envolvente del edificio tales como techos, pared, superficies inferior y piso. Es importante determinar si la superficie es opaca o no opaca, entendiendo como opaco a lo que no permite pasar la luz visible y no opaca a una superficie transparente o ventana. **De acuerdo a esta norma es importante la proporción de vano-macizo debido a que los vanos son los elementos más vulnerables del diseño térmico del edificio.**

El cálculo de ganancias de calor a través de la envolvente se realiza estimando las ganancias de calor por conducción y por radiación solar.

En lo referente a la orientación, se establecen ciertas convenciones, ya que las ganancias de calor varían a partir de la orientación.

- **Orientación Norte:** cuando el plano normal está orientado desde 45° al oeste y 45° al este del norte solar.
- **Orientación Este:** cuando el plano normal está orientado desde 45° al norte y 45° al este del este solar.
- **Orientación Sur:** cuando el plano normal está orientado desde 45° al este y 45° al oeste del sur solar.

- **Orientación Oeste:** cuando el plano normal está orientado desde 45° al sur y 45° al norte del oeste solar.

La norma involucra un factor de corrección de sombreado exterior, considerando que, si se propone un volado en la ventana, y se extiende lateralmente más allá de los límites de la ventana, a una distancia mayor o igual a la del volado, se puede afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección de sombreado exterior.

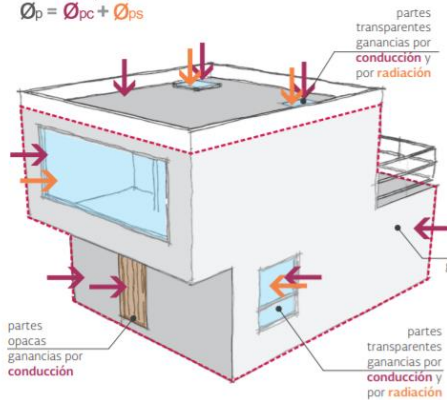
Cuando el proyecto se propone una ventana remetida o bien con parasoles, se puede afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicando el factor de corrección por el sombreado exterior.

Edificio de referencia y edificio proyectado

El edificio de referencia (ER), es una edificación supuesta o virtual, que no se construye, pero se calcula su presupuesto energético para tener una línea de referencia con la cual comparar la vivienda que se va a construir (edificio proyectado). El ER tiene una geometría igual al edificio proyectado (EP), con algunos cambios en las especificaciones de los componentes.

edificio proyectado

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_{pc} + \dot{Q}_{ps}$$



↑ conducción \dot{Q}_c opaco
 ↑ radiación \dot{Q}_s transparente

edificio de referencia

$$\dot{Q}_r = \dot{Q}_{rc} + \dot{Q}_{rs}$$

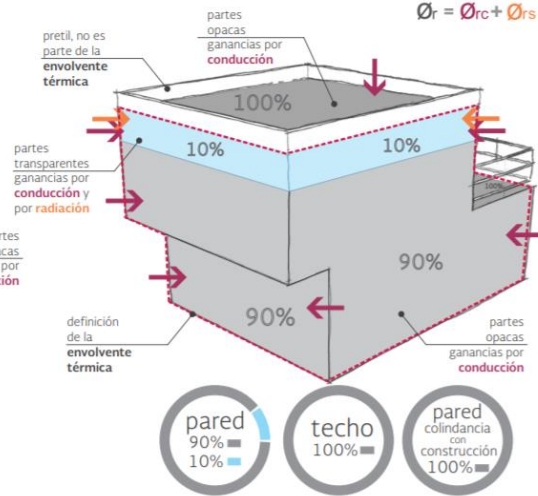


Ilustración 70: Ejemplo de proporción de superficies opacas-transparentes en la vivienda. Fuente: NOM-020

II. Efectos del Sol en el confort térmico y la habitabilidad en la vivienda

“Un espacio puede estar resuelto formal y funcionalmente; con iluminación, sonido y ventilación, pero no por ello es un espacio necesariamente habitable”

Heidegger, 1951.

*En el capítulo anterior se describió la evolución de la vivienda en relación con el Sol y el medio ambiente, comenzando en un inicio como un modo de supervivencia para protegiéndose de las inclemencias del clima, se convirtió en el núcleo principal de todo ser humano, el hogar. El hogar permitió al hombre establecerse en un solo lugar permitiendo un crecimiento en su estructura social y dando pie a la creación de sistemas sociales y económicos, dando paso a cambios sociales que fueron provocando movimientos artísticos y estéticos que han cambiado de manera drástica la arquitectura en la vivienda. Como se mencionó en párrafos del capítulo anterior, es hasta la revolución industrial dónde el ser humano comienza a preocuparse por su comodidad, buscando mejorar sus actividades y calidad de vida, **surgiendo el término confort.***

El confort térmico permite mantener un equilibrio en el bienestar del ser humano, permitiéndole físicamente entrar en armonía, permitiendo concentrarse en las actividades a realizar, si este confort se presenta de manera natural en un espacio, se estaría abonando al nivel de habitabilidad que este debe ofrecer al habitante.

El asoleamiento es una de las principales variables a tomar en cuenta en el diseño de la vivienda para permitir el nivel de confort necesario, de lo contrario el comportamiento y salud del ser humano se pueden ver afectadas al habitar un espacio.

II.1 Efectos de la radiación solar en la habitabilidad el ser humano

Cuando la persona se encuentra inmerso en un confort térmico, este puede realizar sus actividades satisfactoriamente, ya que de lo contrario el habitante puede tener un comportamiento por la sensación de discomfort que no le permita la realizarlas de manera deseable (Oseland, 1995 en Sánchez et al, 2015).

En la presente Tesis se abonará al cumplimiento de la habitabilidad en un espacio por medio del confort físico, solucionando el control térmico a través de la radiación solar en la envolvente de la vivienda.

El termino habitabilidad no habla sobre bienestar del ser humano obtenido por la relación entre su atmosfera y la armonía con el ambiente (Mercado & Landázuri, 1998 en Cortés & Villar, 2013). Este bienestar le permite realizar actividades que satisfagan sus necesidades, concediendo el sano desarrollo físico, biológico, psicológico y social (Castro, 1999 en Cortés et al, 2013).

La haitabilidad es el concepto básico que debe cunplir el espacio que permita a sus habitantes desarrollar su vida en condiciones de protección ambiental, salubridad, independencia y seguridad, razón suficiente para considerar la protección térmica y barreras que protegan de los agentes externos de la envolvente como argumento clave para lograr un correcto comportamiento higrotérmico.

Las actividades de las personas se llevan a cabo para satisfacer sus necesidades, ya sea un deseo personal o cultural, las cuales varían individualmente. Estas actividades pueden además resumir en lo que el **ser humano hace, siente y piensa** (Flores, 2016).

La habitabilidad es comprendida por distintos parámetros del diseño. Barrios (2013) menciona una forma de analizar la habitabilidad a través de siete elementos que considera indispensables para referir al espacio arquitectónico como habitable:

1. **Dimensiones físicas y relación actividad – mueble espacio.**
2. **Sintaxis espacial** o relación entre los espacios para facilitar el desempeño de las actividades
3. **Confort físico**, se refiere a las condiciones que biológicamente el ser humano requiere; temperatura, humedad, iluminación y ruido).
4. **Confort psicológico**, mensaje que el espacio interno envía a la percepción del usuario para determinar su comportamiento de acuerdo a la actividad que desarrolle en el espacio.
5. **Contextualización** con el entorno o mensaje semiótico que la envolvente envía a los espectadores de la obra y como incide en el contexto.
6. **Sustentabilidad** diseño bajo la consideración del respeto y cuidado de los recursos naturales.
7. **Confort espiritual** o variable estética; orden, armonía y belleza como potenciadores de la espiritualidad humana.

En estos siete parámetros encontramos que una de las características de la habitabilidad es el **confort térmico**, ubicada dentro del confort físico el cual permite el bienestar biológico del ser humano.

Mercado (2004) menciona que los factores físicos de la vivienda como la temperatura afectan la habitabilidad, estos a su vez afectando factores emocionales, simbólicos y conductuales.

Ejemplificando lo dicho en los párrafos anteriores, imaginemos un caso sencillo en dónde una persona se encuentra en un dormitorio con un tamaño apropiado para el mobiliario para poder descansar, este además tiene una ventana con vista al exterior. Sin embargo, la ventana carece de una correcta orientación para

protegerse del sol, permitiendo la radiación solar directa lo cual provoca el calentamiento del espacio.

Como resultado la persona comenzará un proceso fisiológico transpirando para adaptarse al medio, al no ser esta una respuesta o comportamiento esperado acorde a la actividad a realizar, el individuo buscará neutralizar el efecto del calor con acciones como abrir ventanas, puertas e inclusive quitarse algo de ropa para tratar de adaptar su cuerpo a la temperatura. Al no conseguirlo, se provocará un malestar psicológico por desesperación, frustración y hasta enojo ante las circunstancias pudiendo orillar a abandonar el espacio.

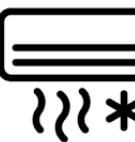
En el ejemplo anterior encontramos una conducta operante, la cual involucra reacciones físicas del cuerpo humano a través de un proceso mental (Skinner, 1968, citado en Flores 2016). Esta conducta se refiere a que el hombre tomará acciones físicas que lo lleven a la satisfacción de sus necesidades las cuales no deberían de llevarse a cabo si el espacio ofreciera el ambiente necesario. Flores (2016) menciona que **para que un espacio sea habitable, este debe permitir al ser humano realizar sus actividades sin que tenga que intervenir de manera operante para obtener su confort.**



SENTIR



PENSAR



HACER

Ilustración 71: El ser humano de acuerdo a su forma de sentir es la forma en la que actúa, es un lazo estrechamente relacionado que también se ve reflejado en la habitabilidad de los espacios.

Confort higrotérmico en el ser humano

El confort higrotérmico es la ausencia de malestar térmico del ser humano. Barrios (2013) se refiere al confort higrotérmico como una característica física de bienestar que forma parte de *las **condiciones biológicas que el ser humano requiere***. En este caso la temperatura del individuo debe verse influida para realizar sus actividades en dónde se requiera el mínimo esfuerzo para ser llevadas a cabo, por ello entre menos intervención o desgaste físico se requiera para realizar una actividad, se dice que se tiene un mayor grado de confort (Ruano A. , 2014).

Este nivel de bienestar depende de factores como el sexo, edad y cultura, siendo un tanto subjetivo ya que cada individuo adapta su propio nivel de confort. Por ejemplo, **algunas personas prefieren al dormir un espacio caliente para conciliar más rápido el sueño, mientras que otras un espacio fresco. Aquí es donde se hacen presente las necesidades complejas del ser humano** (Ruano M. , 2014).

Neila (2001) menciona que el confort, dada la complejidad del ser humano, es un factor en el que inciden acciones psicológicas, morales, sociales, culturales, entre otras. Por ello es complicado determinar cuál es el confort genérico en las personas.

Ruano (2014) el bienestar higrotérmico se presenta cuando no tienen que intervenir los sistemas termorreguladores de temperatura en el cuerpo en una actividad sedentaria y vestimenta ligera, manteniéndose en el **punto donde el hombre gasta la energía mínima para adaptarse en su entorno**, existiendo un equilibrio de bienestar relacionado entre la temperatura con la del ambiente externo. Esta energía es obtenida a través de las calorías de sus alimentos, la cual sirve para brindar calor y mantener una temperatura próxima a los 37°C (Neila G. F., 2004). Al estar en contacto con mayor temperatura en su entorno produce

constantemente una pérdida de calor; a una mayor velocidad implica sensación de frío y una menor sensación de calor. Cuando el cuerpo del ser humano pierde calor a una velocidad adecuada, es decir hay un equilibrio entre ambas se dice que existe un bienestar o un confort higrotérmico (Neila G. F., 2001).

La norma ISO 7730 define el confort térmico como la condición de la mente que expresa la satisfacción con el ambiente térmico. Por otra parte, **ASHRAE** lo define como un estado del espíritu que refleja la satisfacción con el ambiente térmico que rodea a la persona. En este no solo se toma en cuenta la temperatura y la humedad, también intervienen factores como la **temperatura radiante**, actividad desarrollada e incluso el tipo de vestimenta.

El parámetro térmico es la variable que puede condicionar de mayor manera la estancia de un espacio, ya que al presentar una temperatura extrema, ya sea calor o frío, se puede llegar a influenciar la actividad del ser humano, afectando su habitabilidad (Neila G. F., 2001).

Puntualizando esta definición, entenderemos el confort térmico como el estado físico y mental en el cual el ser humano expresa satisfacción por la percepción de la temperatura ambiental mediata para la realización de una actividad.

Actividades del ser humano en el espacio

El ser humano por naturaleza es complejo, cada individuo reacciona de manera inesperada de acuerdo con sus experiencias y este se ve influenciado por las condiciones que presenta en el ambiente al que se ve expuesto (Lotito, 2009).

Kurt (1964) nos habla en su teoría sobre el *concepto de espacio vital* que el ambiente llega a afectar el comportamiento del individuo. Una vez logrando controlar el entorno del medio ambiente al beneficio del habitante, a través de la simbiosis entre el medio ambiente externo e interno se podrá lograr el fenómeno de control físico (Norberg-Schluz, 1980).

La temperatura es una parte del ambiente del espacio que rige las condiciones biológicas del ser humano. Para lograr un bienestar térmico natural se debe domesticar medio ambiente circundante para crear vínculo con el ser humano (Maturana & Varela, 1998).

Las actividades para ser llevadas a cabo deben relacionarse con factores a manera de estímulos que hagan sentir en confort al habitante. Estas conductas las define Skinner (1968) como las acciones físicas de movimientos corporales y transformaciones de organismo sobre el ambiente que dan como resultado como satisfactor de necesidades.

Gasto calórico del ser humano de acuerdo a sus actividades

Las actividades que el ser humano dentro de la vivienda resultan ser muy variadas, ya que intervienen características e intereses individuales. Cada tipo de movimiento de las personas provoca una actividad metabólica que genera distinto nivel de quema calórica que hace reaccionar a su cuerpo de manera distinta. Esta quema calórica resulta ser muy variada ya que es relativa a la masa muscular, en mujeres y hombres. Para los hombres resulta ser mayor por la proporción de masa muscular (se supone alrededor de 10% de diferencia), también cambia con la edad al decaer la masa muscular. En general por individuo existen diferencias mínimas que varían de $\pm 5\%$ (Neila G. F., 2001).

La medición metabólica del cuerpo humano se cuantifica con la magnitud **met**, la cual es la cantidad de calor emitido por metro cuadrado de superficie de piel del individuo, equivalente a 50 kcal/h por metro cuadrado de superficie corporal (58.2 W/m²), aplicado a una superficie corporal estándar de 1.7 m² se puede redondear a 100 W cada met (Neila G. F., 2001).

$$1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$$

$$(58.2 \text{ W/m}^2) * (1.7 \text{ m}^2) = 98.6 \text{ W} \approx 100 \text{ W}$$

Para conocer la superficie corporal de los habitantes, se establece una relación entre el peso y la altura del habitante. Sin embargo, se tomará un estándar de medidas que nos brinda la Sociedad Andaluza de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias para poder simplificar los cálculos (SAMIUC, 2012):

- Normal 1.7 m²
- Media Varones 1.9 m²
- Media Mujeres 1.6 m²

Entre las variadas actividades del ser humano, podemos simplificar las más comunes en la vivienda y mostrar su quema calórica en la siguiente tabla obtenida del libro un Vitrubio Ecológico (Ruano M. , 2014):

Actividades Cotidianas	met
Dormir	0.9
Estar Relajado	1.08
Leer	1.08
Conversar	1.44
Estar Sentado	1.5
Escribir	1.62
Mantenerse de Pie	1.74
Comer	1.8
Barrer	1.86
Lavar Platos	2.22
Cocinar	2.7
Vestirse	3
Hacer la Cama	3.42
Limpiar ventanas	3.66
Planchar	3.78
Lavar suelos	3.96
Pasar la aspiradora	4.08
Bajar escaleras	6.06
Subir escaleras	15.24

Tabla T.1, fuente (Fletcher, 2001)

Para determinar la actividad metabólica de estas actividades, se presenta la siguiente tabla que enmarca de mínima a muy alta esta actividad de acuerdo con la pérdida calórica.

ACTIVIDAD METABÓLICA	W/m²
1. Mínima	65
2. Baja	100
3. Media	165
4. Alta	230
5. Muy Alta	290

Tabla T.2 (Neila G. F., 2001, pág. 74)

De acuerdo con las actividades enmarcadas que se realizan en la vivienda en la Tabla T.2, nos encontramos con que son de una actividad metabólica mínima y baja, lo cual se enmarca genéricamente en una pérdida calórica de 65 a 100 W/m²,

Límites de confort térmico del ser humano

La temperatura no solo es un factor que determina la necesidad de supervivencia del ser humano, esta va más allá al intervenir en la complejidad del ser. Para proporcionar al habitante el ambiente ideal para la realización de sus actividades en el espacio interior, **se busca mantener una temperatura que mantenga una pérdida calórica adecuada que mantenga un bienestar térmico en el habitante.**

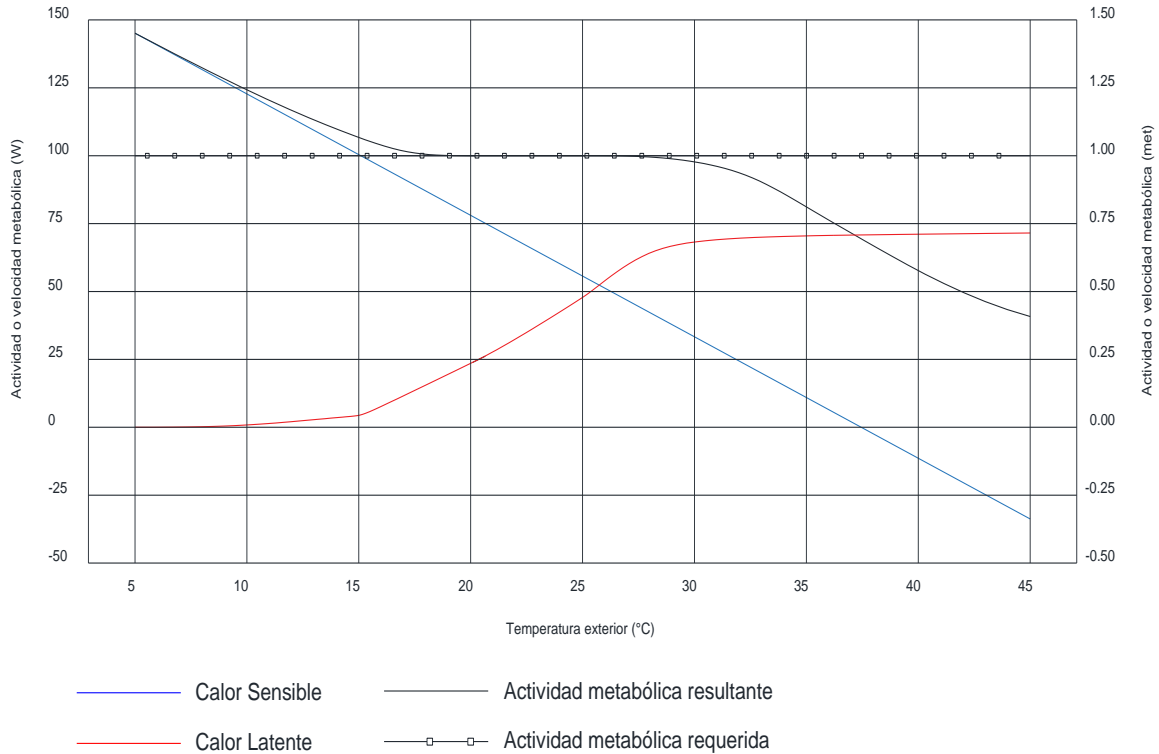
Los límites del confort térmico se obtienen a través de las condiciones higrotérmicas del cuerpo al presentar una adaptación con el medio ambiente. Sin embargo, no existen criterios unificados en los márgenes de temperaturas de confort, según opiniones expresadas en distintas publicaciones y normativas. La **OMS** señala que si la vivienda mantiene un rango de temperaturas entre 18°C y 24°C no existen riesgos para la salud (OMS, 1987 en García, 2017).

Por otra parte, los diagramas bioclimáticos fijan una banda de temperatura de confort entre los 21°C y los 26°C, siendo ésta la que con mayor frecuencia se toma en cuenta en el diseño de los edificios para el confort térmico al interior de los espacios.

Es importante establecer un margen de confort térmico suficientemente amplio que sea aceptable por el organismo y fácil de adaptar por arropamiento, ya que el consumo energético depende de los márgenes de confort que se establezcan.

En la siguiente gráfica se aprecia la actividad metabólica requerida de 1 met (100 W) para un sujeto sentado, siendo el cuerpo capaz de perder calor a una velocidad adecuada cuando la temperatura ambiental se encuentra entre 21 y 32°C. Cuando la temperatura del ambiente sale de este margen, el cuerpo comienza a perder o ganar calor de mayor o menor manera con una velocidad que comienza a provocar disconfort. La curva de actividad metabólica aumenta en el cuerpo humano cuando la temperatura es inferior a 21°C, y en contra parte

disminuye en la presencia de temperaturas elevadas por encima de los 32°C (Neila G. F., 2001).



Gráfica G1: Gráfica de actividad metabólica del cuerpo humano en relación al gasto calórico y la temperatura del ambiente. Elaboración propia, Neila (2001)

El margen térmico presentado por Neila (2001) es un margen suficientemente amplio que ayudará cuando se diseñe un sistema para las temporadas más extremas; invierno y verano. Su tolerancia de intercambio térmico ayuda a evitar un consumo energético mayor.

Adaptabilidad térmica del ser humano

La adaptabilidad térmica del ser humano se refiere a la capacidad de aceptación de ambiente térmico que depende del contexto, el comportamiento de los ocupantes y sus expectativas. **Tomemos en cuenta que el ser humano no siente la temperatura del espacio, más bien experimenta la sensación de pérdida de energía del cuerpo** (Godoy, 2012). Los organismos de las personas crean sus propias preferencias térmicas según sea su desarrollo en el ambiente, modificando su comportamiento según al ambiente térmico en el que se encuentran (G.S. Brager & R.J. de Dear 1998, citado en Godoy Muñoz, 2012).

Los modelos de confort humano no son estáticos ya que son basados en el enfoque **adaptativo** y esta depende de la temperatura exterior (Godoy, 2012). El habitante interactúa con el espacio en un intento de adaptar su conducta y expectativas por mejorar su bienestar térmico, ya sea abriendo o cerrando ventanas; subir o bajar persianas; activando sistemas activos de ventilación o calefacción; y hasta el uso o desprendimiento de ropa (Sánchez *et al.*, 2015).

Existen tres variantes que acompañan la adaptabilidad térmica del habitante, ajuste al comportamiento; sucede con el quitar y poner ropa, regular sistemas activos de temperatura (aire acondicionado o ventiladores), hasta dormir una siesta en un día caluroso, fisiológico; cambios en la respuesta psicológica por el cambio térmico del medio ambiente, y psicológicos; se da por una alteración posterior sensorial por experiencias pasadas (Godoy, 2012).

A pesar de que el cuerpo humano tiene una capacidad de adaptación térmica biológica, esta es muy lenta provocando que el individuo recurra a aparatos eléctricos que cambian la temperatura del espacio ayudando a amortiguar el cambio de temperatura del cuerpo, viéndose limitados los mecanismos fisiológicos de adaptación (Quintero *et al*, 2009).

El espacio arquitectónico resguarda una propia temperatura cambiante debido al uso, número de personas que lo habiten y principalmente al ambiente climático al

que está expuesto. El ser humano en contra parte, al momento de habitar el espacio busca adaptarse a la temperatura que este posee buscando el nivel de temperatura corporal necesario para mantener ese bienestar o confort térmico. La teoría de adaptabilidad térmica del ser humano depende del contexto, el comportamiento de los habitantes y sus expectativas (Godoy, 2012).

El término adaptación se define como la disminución gradual de la respuesta del organismo a una estimulación repetida del ambiente (De Dear, 1998). Se clasifican en tres categorías:

- Ajuste de comportamiento: el habitante se comporta diferente para realizar su actividad, se quita o pone ropa, enciende algún sistema mecánico de enfriamiento, o actividades como hasta dormir una siesta en un día caluroso.
- Fisiológicos: experimenta cambios en la respuesta psicológica pudiendo llegar a provocar tensión o algún otro factor negativo, aunque esto se presenta a exposiciones prolongadas y extremas.
- Psicológicos: percepción alterada que reaccionan con un estímulo sensorial por experiencias y expectativas.

Comportamiento humano en el ambiente

El ser humano habita un espacio de acuerdo a sus preferencias y experiencias físicas y psicológicas. Esto le permite desenvolverse o desarrollar sus actividades en el espacio. La arquitectura transforma el espacio para crear ambientes con el objetivo de influir en el desarrollo de las actividades y el comportamiento de las personas. Sin embargo, el diseño arquitectónico va más allá de la proyección de una planimetría, colores, materiales, superficies y formas; el diseño se traslada a un mayor nivel de complejidad al comprender las actividades del ser humano, resultando en un manejo del diseño de la atmósfera más complejo.

Para lograr que un espacio cree una atmósfera de bienestar al ser humano, se debe comprender las necesidades, **en este caso térmicas**, para generar

propuestas de diseño basado en la complejidad física del ser humano (Flores, 2016).

Influencia de la vestimenta

La ropa es un sustituto de la piel (llamada segunda piel), la envolvente del edificio es el sustituto de la ropa (igual llamado segunda piel).

La ropa impide el intercambio de calor entre la superficie de la piel y el ambiente que nos rodea, se debe considerar el tipo de ropa que utiliza el habitante al estar habitando el espacio según la actividad que realiza y la época del año en el que está presente.

La resistencia térmica de la ropa es medible y esta es variada de acuerdo con sus características. Los tres tipos de ropa más comunes en el clima cálido se representan en la siguiente tabla donde se muestra el grado de resistencia térmica (Ruano M. , Un Viturvio Ecológico Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible., 2014).

Conjunto de Ropa	m ² K/W ¹	Clo ²
Desnudo	0	0
Conjunto de ropa de tipo verano: calzoncillos, pantalón ligero largo, camisa de cuello pico y manca corta, calcetines finos y zapatos.	0.08	0.5
Conjunto de ropa de tipo invierno: ropa interior, camisa de manga larga, pantalones, chaqueta o jersey de manga larga, calcetines gruesos y zapatos.	0.16	1.0
Conjunto de ropa para trabajar: ropa interior ligera, camisa de trabajo de manga larga de algodón, pantalones de trabajo, calcetines de lana y zapatos.	0.11	0.7

Tabla T.3 (Neila G. F., 2001, pág. 74)

¹ 1 clo = 0,155 m²×K/W = 0,155 m² K W⁻¹ (metro cuadrado por kelvin partido por vatio)

² Clo es una unidad de medida empleada para el índice de aislamiento, que procede del inglés cloth, vestimenta.

Mecanismos Termorreguladores del Cuerpo Humano

El cuerpo humano no contiene ningún sistema de almacenamiento térmico y por ello al presentar disconfort térmico se protege equilibrando la temperatura (Ruano M. , 2014). El cuerpo humano mantiene su temperatura interior mediante un proceso homeostático (Godoy, 2012, pág. 9), el cual reacciona para mantener una temperatura corporal entre 36 y 37.5°. El hipotálamo, órgano localizado en el cerebro, es el termorregulador que permite aumentar o disminuir la temperatura del cuerpo. Los sensores térmicos son neuronas especializadas encontradas en la piel y en órganos internos sensibles al frío y al calor, los cuales detectan los cambios bruscos de temperatura y envían la señal al hipotálamo para que este realice su trabajo de regular la temperatura (Quintero, De La Fuente, & García, 2009).

Al presentarse un descenso en la temperatura interna en el cuerpo por debajo de los 36°, el cuerpo estimula la producción de calor, presentando tres reacciones que ayudan a mantener la temperatura:

Como primera acción **reduce el flujo sanguíneo** por medio de la vasoconstricción en los vasos sanguíneos (Godoy, 2012), esto ayuda a disminuir la pérdida de calor por capilaridad.

Como segunda acción es aumentar la producción de calor por medio de los músculos provocando que se estremezcan haciéndolos reaccionar involuntariamente provocando un temblor intenso en el cuerpo, a lo que se le conoce como *titiritear* o *tiritona* (Neila G. F., 2001). El cuerpo humano contrae las venas superficiales reduciendo la temperatura de la piel para evitar las pérdidas de calor por convección y radiación.

Si el cuerpo aumenta su temperatura por encima de los 36.5 °C, crea una sensación psíquica que induce a las personas a refrescarse (Quintero *et al*, 2009):

Dilata los vasos sanguíneos para provocando que el flujo de la sangre sea mayor provocando sudoración corporal por medio de la abertura de los poros en la piel y crear un enfriamiento evaporativo³ o **evapotranspiración** (Godoy, 2012).

Convección por medio de las moléculas de aire al estar en movimiento y chocan sobre la piel refrescándola pudiendo disminuir hasta un 15% la temperatura.

La temperatura corporal transmite por **conducción** calor a los objetos solidos con los que este en contacto y por medio de **radiación** transmitiendo el calor a su alrededor.

Si la temperatura del habitante continua elevándose sin poder ser controlada metabólicamente, esta comienza a producir fatiga por una perdida continua de fluidos provocada por el sudor, generaran un malestar e inconformidad (Neila G. F., Técnicas arquitectónicas y constructivas de Acondicionamiento ambiental, 2001, pág. 166).

³ *El enfriamiento evaporativo* utiliza parte de la energía sensible del aire y los parámetros para evaporar el agua, energía que se mantiene en el ambiente en el calor de vaporización necesario para este proceso y se recupera cuando se invierte este proceso (Neila G. F., Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible, 2004).

III. Discurso bioclimático; el Sol en la vivienda

*“Lo poco que he aprendido
carece de valor comparado con
lo que ignoro y no desespero en
aprender”*

R. Descartes

*La arquitectura bioclimática, también llamada solar o pasiva, es aquella en dónde el edificio capta y acumula energía solar cuando esta es necesaria, así como disipador o protector cuando no le es necesaria. Eso dirige al diseño sobre un rumbo operativo formal y de uso íntimamente relacionado con el clima del lugar y las necesidades **biotérmicas** del ser humano, a esto se le conoce como arquitectura bioclimática (Yáñez, 1988).*

El diseño bioclimático está basado en estrategias de diseño y elementos constructivos que crean una intervención con el clima y el entorno natural que rodea el edificio, disminuyendo el costo energético que es interpuesto para mantener un confort higrotérmico y lumínico (Ruano A. , 2014). Este tipo de estrategias pueden ser elementos como muros, ventanas, techos, vegetación, fuentes, espejos de agua y materiales constructivos (Passivhaus, 2011).

La bioclimática no es un tema nuevo de diseño dentro de la arquitectura, ya que como hemos visto en el capítulo I, desde la antigüedad el ser humano a tratado de compensar los cambios de temperatura con el aprovechamiento solar.

III.1 El clima y la radiación solar en el Municipio de Querétaro

Uno de los factores más importantes en el diseño de la vivienda es el clima, como se muestra en el Capítulo I en la página____, el clima es determinado por el Sol, el cual rigue las características de cualquier medio ambiente. La vivienda debe responder a las características climáticas para proponer un diseño solar pasivo y orientación estableciendo un diálogo con su entorno natural y alcanzar naturalmente el bienestar térmico (Yáñez, 1988). Cuando se menciona la arquitectura solar como problemática de diseño se refiere a tomar en cuenta durante el proceso de diseño el análisis del contexto y adaptación del cuerpo del edificio a las variables climáticas. (Ruano A. , 2014, pág. 75).

El consumo energético de las viviendas está directamente relacionado con las condiciones climáticas. Un diseño adecuado de las edificaciones, adaptado al clima en el que se ubican puede reducir el consumo de energía para mantener el bienestar (García, 2017).

La latitud es de los factores principales que determinan el clima ya que este depende de la cantidad de radiación solar permitida por la distancia angular de un punto sobre la superficie terrestre al ecuador, esta se mide en grados. Este determina la incidencia de los rayos solares sobre la tierra en un punto (Rodríguez V. M., 2001).

La cantidad de radiación solar recibida dependerá de la altura del Sol y de la duración del día, aquí se consideran los solsticios (máximas y mínimas alturas de culminación del Sol sobre la superficie de la tierra) y equinoccios.

Cuando el clima se aproxima a las condiciones de bienestar higrotérmicas del ser humano, se reducen las necesidades de calefacción y refrigeración, aquellas pequeñas desviaciones del clima que se pudieran tener se pueden compensar en su mayor parte con el tipo de vestido como lo vimos en el Capítulo II en la página____, (Yáñez, 1988).

Las Coordenadas Geográficas

Latitud: 20°35'17" N

Longitud: 100°23'17" O

- Coordenadas en grados decimales:

Latitud: 20.5880600°

Longitud: -100.3880600°

- Coordenadas en grados y minutos decimales:

Latitud: 20°35.2836' N

Longitud: 100°23.2836' O

Altitud sobre el nivel del mar: 1826 m.

Huso Horario: -6 UTC

Zenith: 48.21°

Azimut: 160.78°

Tipo de clima según Köppen-García: Semiseco húmedo.

Radiación solar media anual: 3872 Wh/m² DÍA

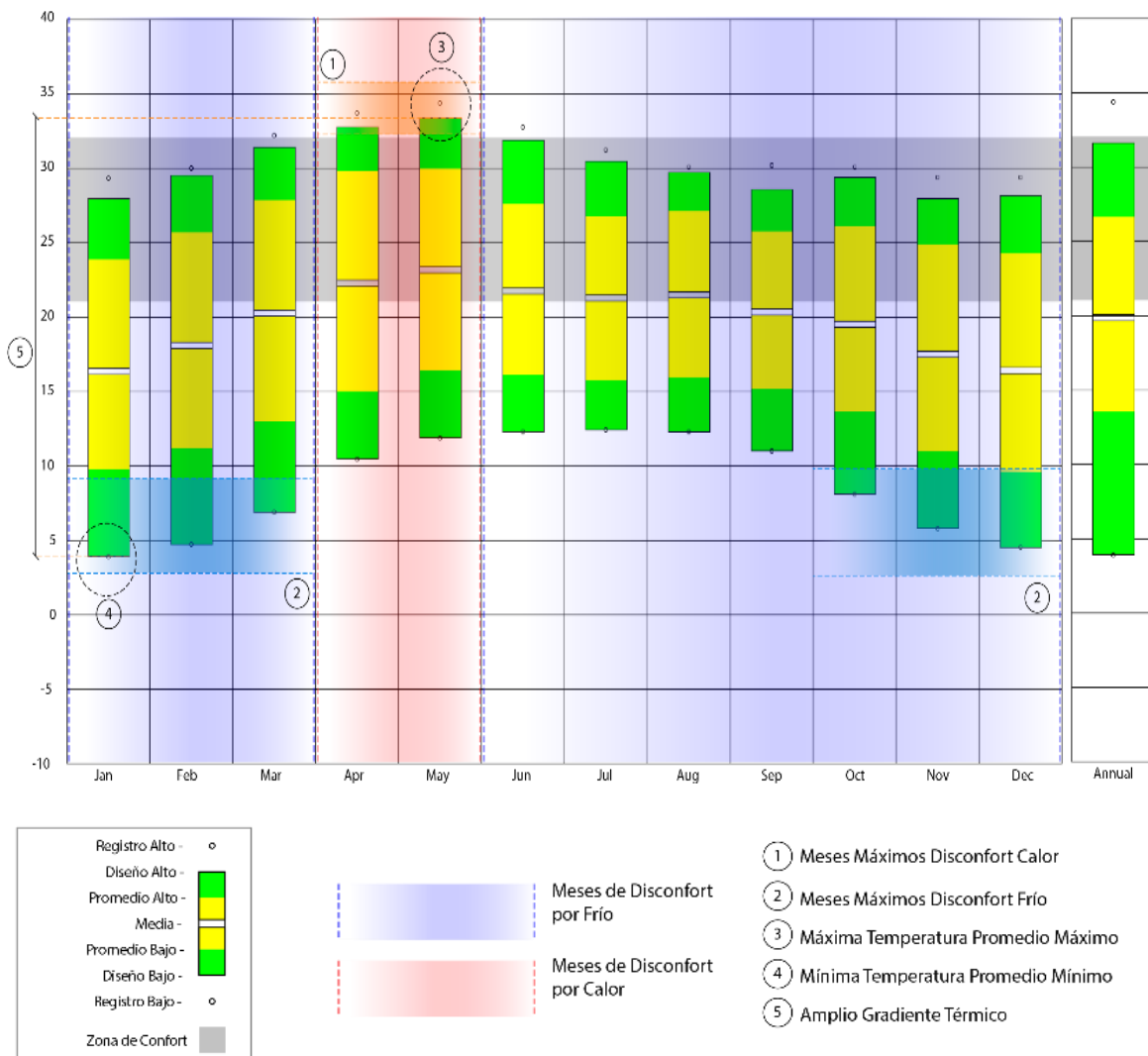
La unidad de medida de la radiación solar son los vatios por metros cuadrados (W/m²), la cual se refiere a la energía emitida por el Sol sobre una superficie horizontal y libre de sombras. La radiación medida en cada una de las estaciones meteorológicas es ofrecida en unidades de potencia (Navarra.es, 2020).

Temperatura anual

La temperatura **media anual** se muestra en la parte derecha de la gráfica, la cual oscila entre los 18.5°C.

La temperatura **máxima mensual** se encuentra en los meses de abril y mayo, con picos de hasta 32°C.

La temperatura **mínima mensual** la encontramos en los meses de enero y diciembre, con mínimas registradas de 4°C.

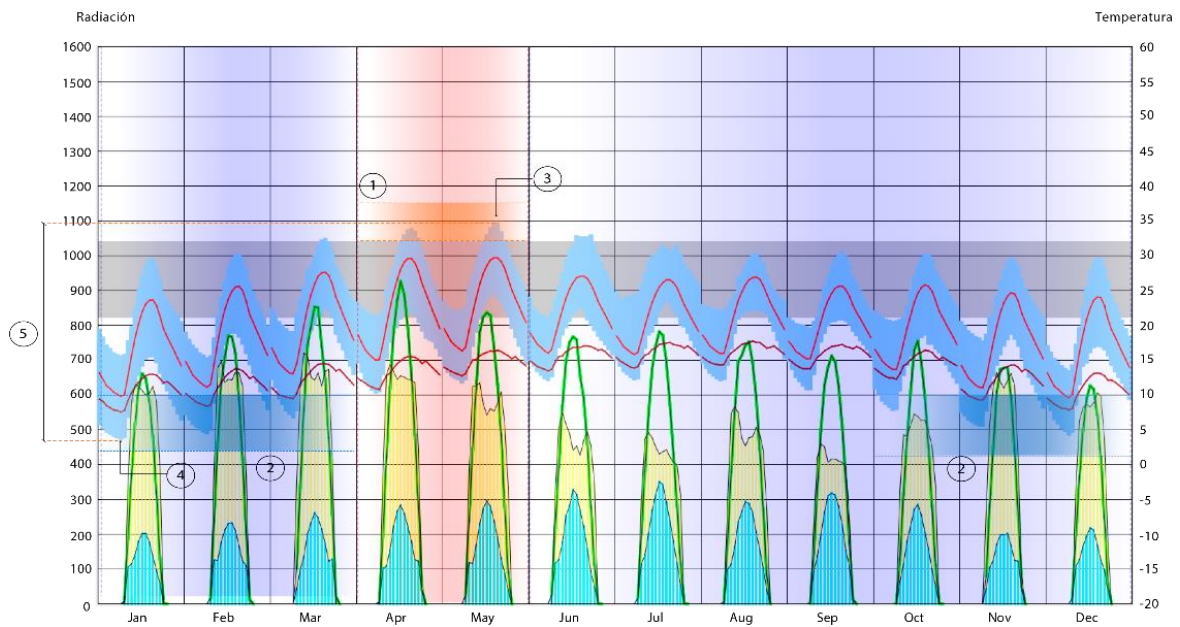


Gráfica G2: Temperaturas anuales en el Municipio de Querétaro. Fuente: elaboración propia en Climate consultant.

Temperaturas Promedio Mensuales Por Horas y Radiación Solar

La radiación **máxima mensual** inicia en febrero y termina en mayo, con picos que llegan por encima de los 700 W/m².

La radiación **mínima mensual** inicia en junio y termina en septiembre mayo, con niveles cercanos a los 400 W/m².



Temperatura °C

- Bulbo seco media
- Bulbo húmedo media
- Bulbo seco (todas horas)
- Zona de confort

Radiación W/m²

- Radiación Horizontal
- Normal Directo
- Radiación Difusa

Meses de Desconfort por Frío

Meses de Desconfort por Calor

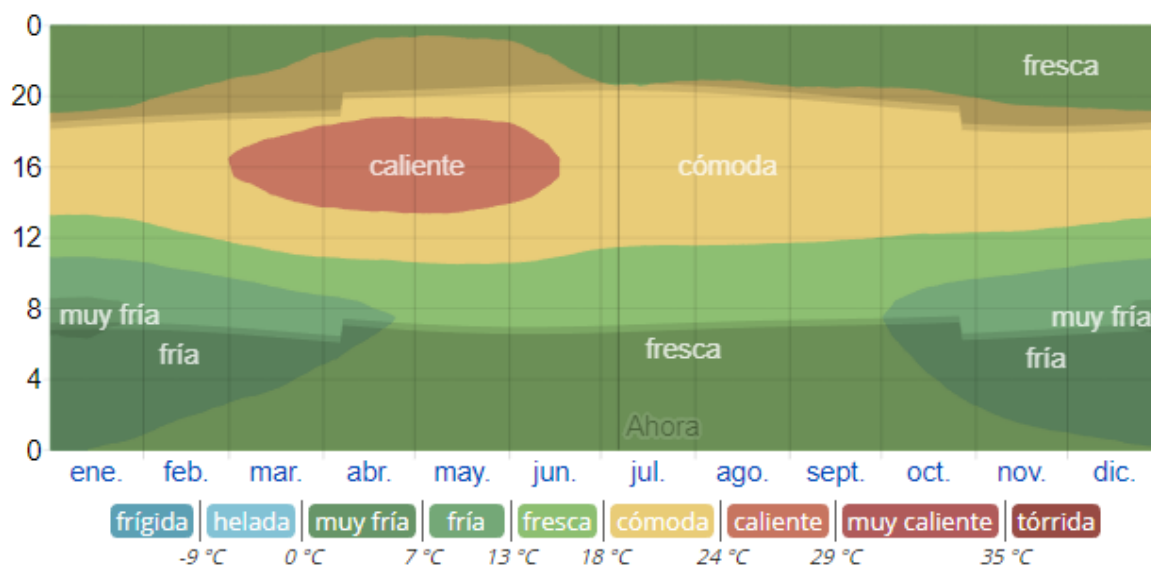
- ① Meses Máximos Desconfort Calor
- ② Meses Máximos Desconfort Frío
- ③ Máxima Temperatura Promedio Máximo
- ④ Mínima Temperatura Promedio Mínimo
- ⑤ Amplio Gradiente Térmico

Gráfica G3: Temperaturas y radiaciones mensuales. Fuente: elaboración propia en Climate consultant.

Temperaturas promedio por hora

Las **horas más calientes** se presentan entre las 13:00 a las 18:00 en los meses de marzo hasta mediados de junio, con temperaturas cercanas a los 30°C.

El resto del año las **horas** confortables con temperaturas de entre los 18°C y 24°C se encuentran a lo largo del año, sin contar los meses mencionados en el párrafo



La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

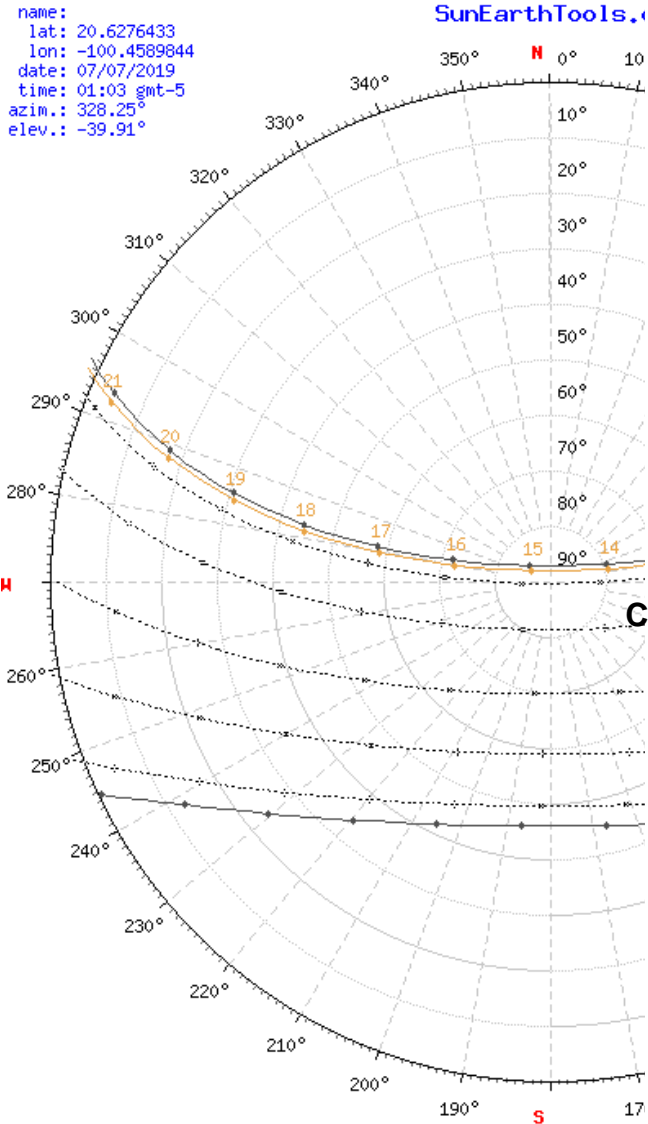
Gráfica G4: Temperatura promedio por hora en el municipio de Querétaro. Fuente: weather spark, 2019.

anterior.

Niveles de radiación solar por orientación

Los niveles de radiación nos sirven para conocer el grado de estrés solar que tiene cada una de las fachadas de una edificación dependiendo su orientación. Esta varía de acuerdo a la latitud, altitud y época del año, ya que el movimiento de la tierra sobre el sol, es una variable importante.

El nivel de radiación de las siguientes gráficas es el resultante de acuerdo al porcentaje de nubosidad, por ello es importante conocer el porcentaje de nubosidad que existe en la latitud.



Carta solar cilíndrica para Querétaro

Gráfica G6: Carta solar del Sol del Municipio de Querétaro. Fuente SunEarthTools.

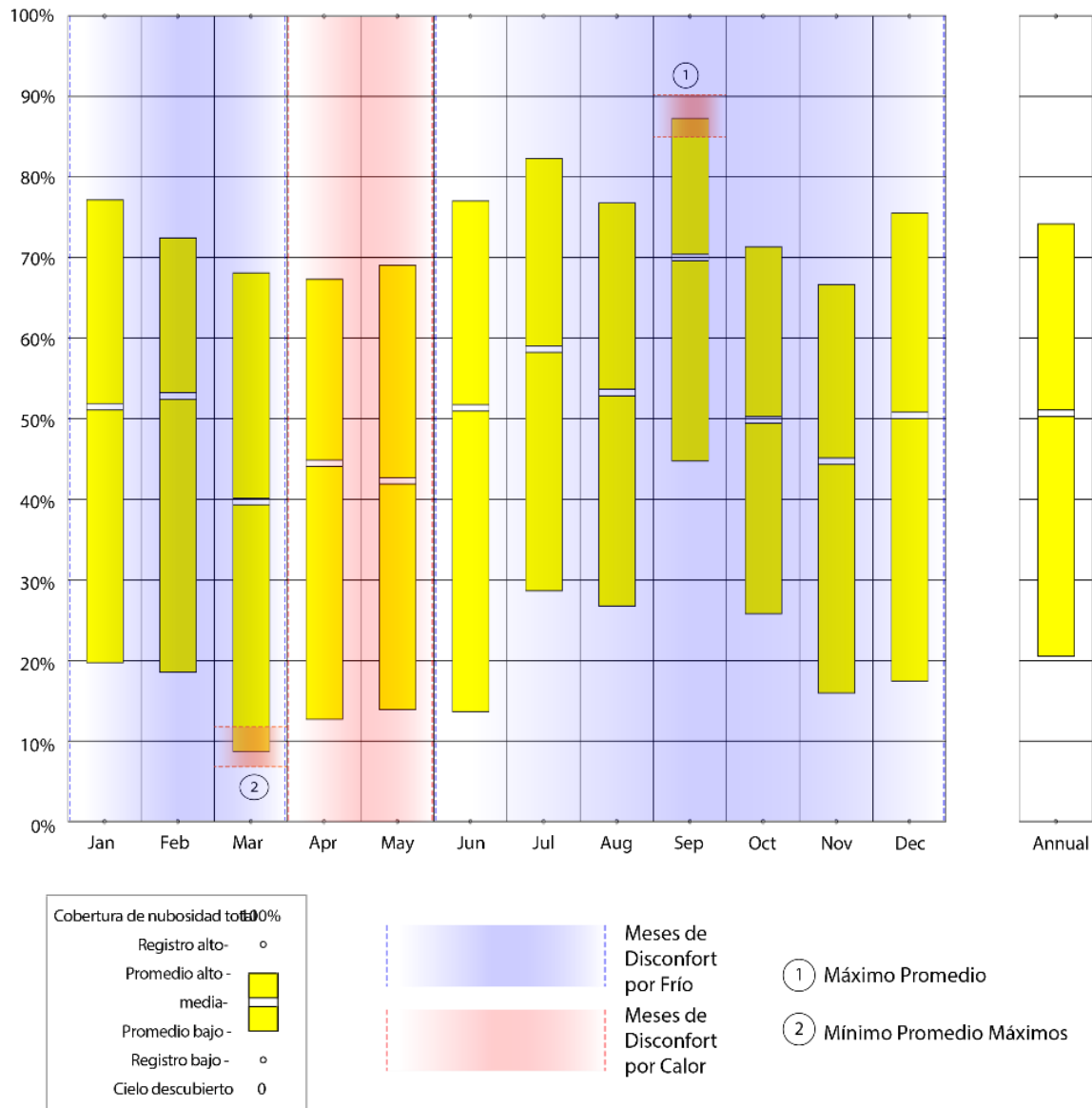
En la carta cilíndrica del municipio de Querétaro se aprecia que el Sol se encuentra con una mayor inclinación durante los primeros y últimos meses del año, recordando que estos son los más fríos. Por el contrario encontramos que en los meses de abril a agosto, el azimut del Sol es mayor en los meses que están registrados como calientes.

Rangos Mensuales de Cielo Cubierto-Nubosidad

El porcentaje de **mayor de nubosidad** lo encontramos en el mes de septiembre con un promedio de 70% con picos de hasta 87%

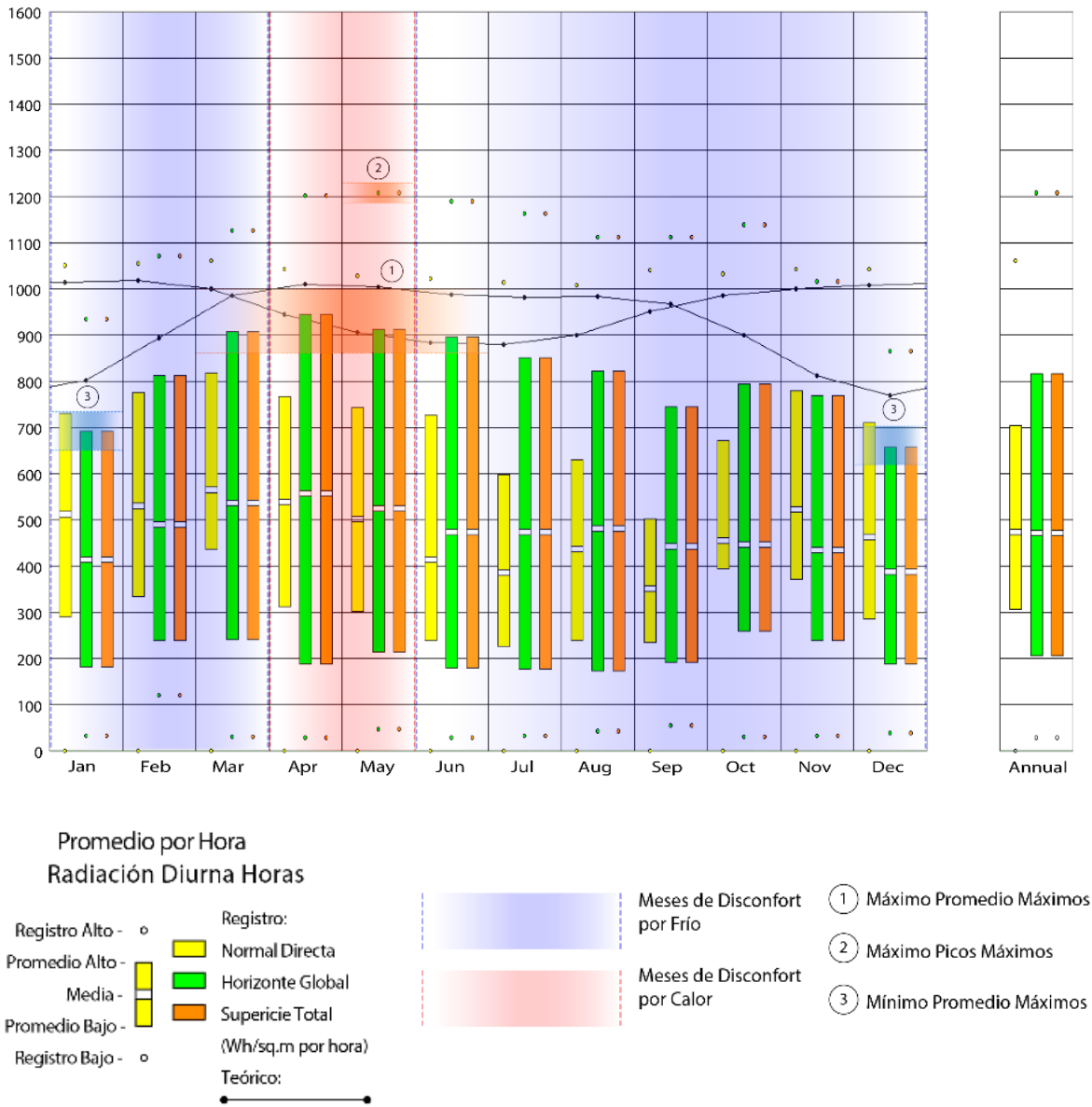
El porcentaje de **menor nubosidad** se encuentra en el mes de febrero, abril, mayo y noviembre, entre los 60% y 70%.

El porcentaje **medio anual de nubosidad** es del 50%



Gráfica G5: Porcentaje de nubosidad mensual promedio. Fuente: Elaboración propia Climate Consultant.

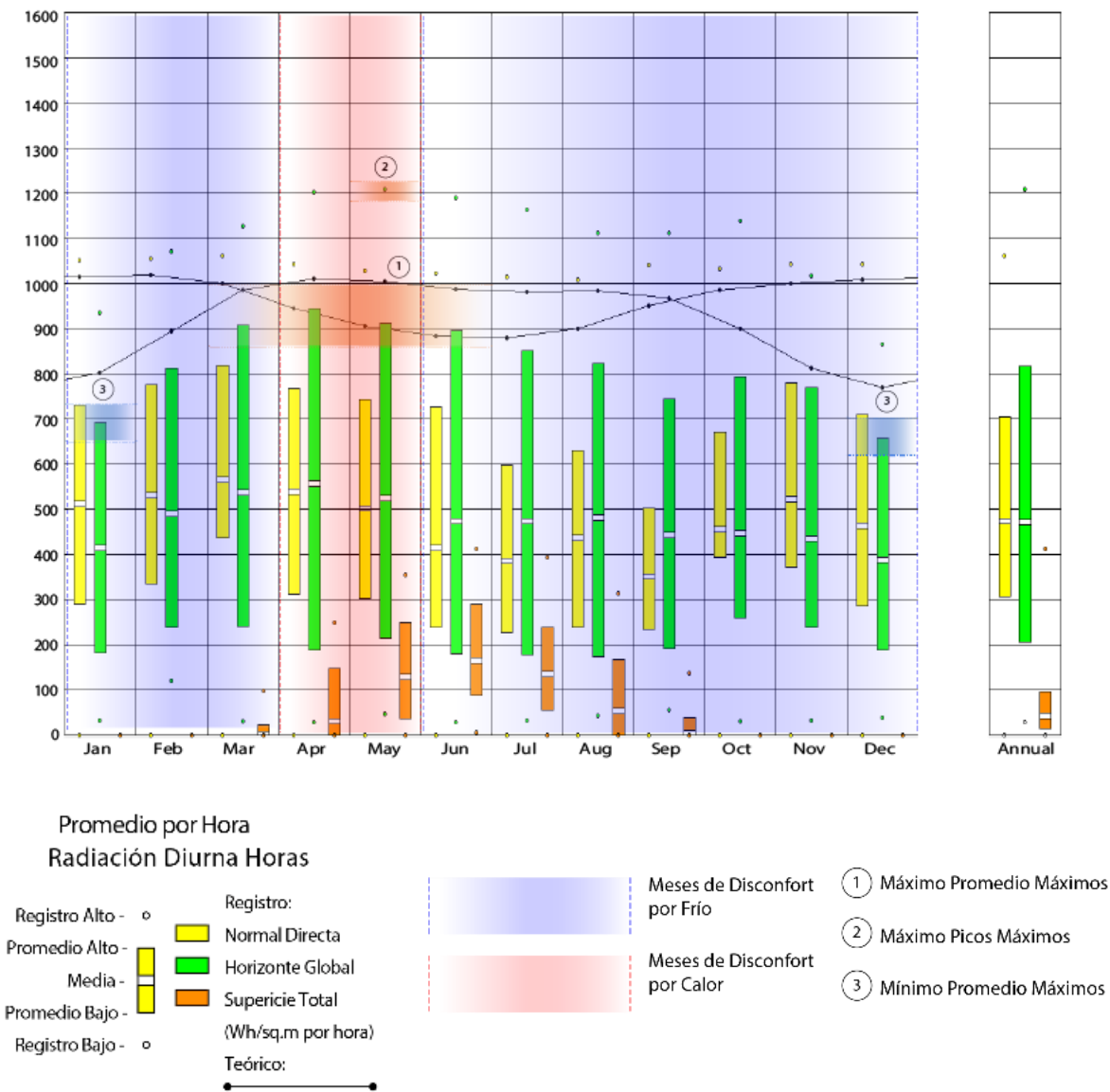
Rango de Radiación Sobre Plano Horizontal



Gráfica G7: Radiación anual en plano horizontal en el municipio de Querétaro. Fuente: elaboración propia Climate Consultant.

En la gráfica superior se tiene el esquema de la radiación sobre el plano horizontal a lo largo del año, siendo este el de mayor contacto con el Sol a comparación de las demás orientaciones a lo largo del año. Esta gráfica nos servirá de comparación con los demás planos que se analizan adelante.

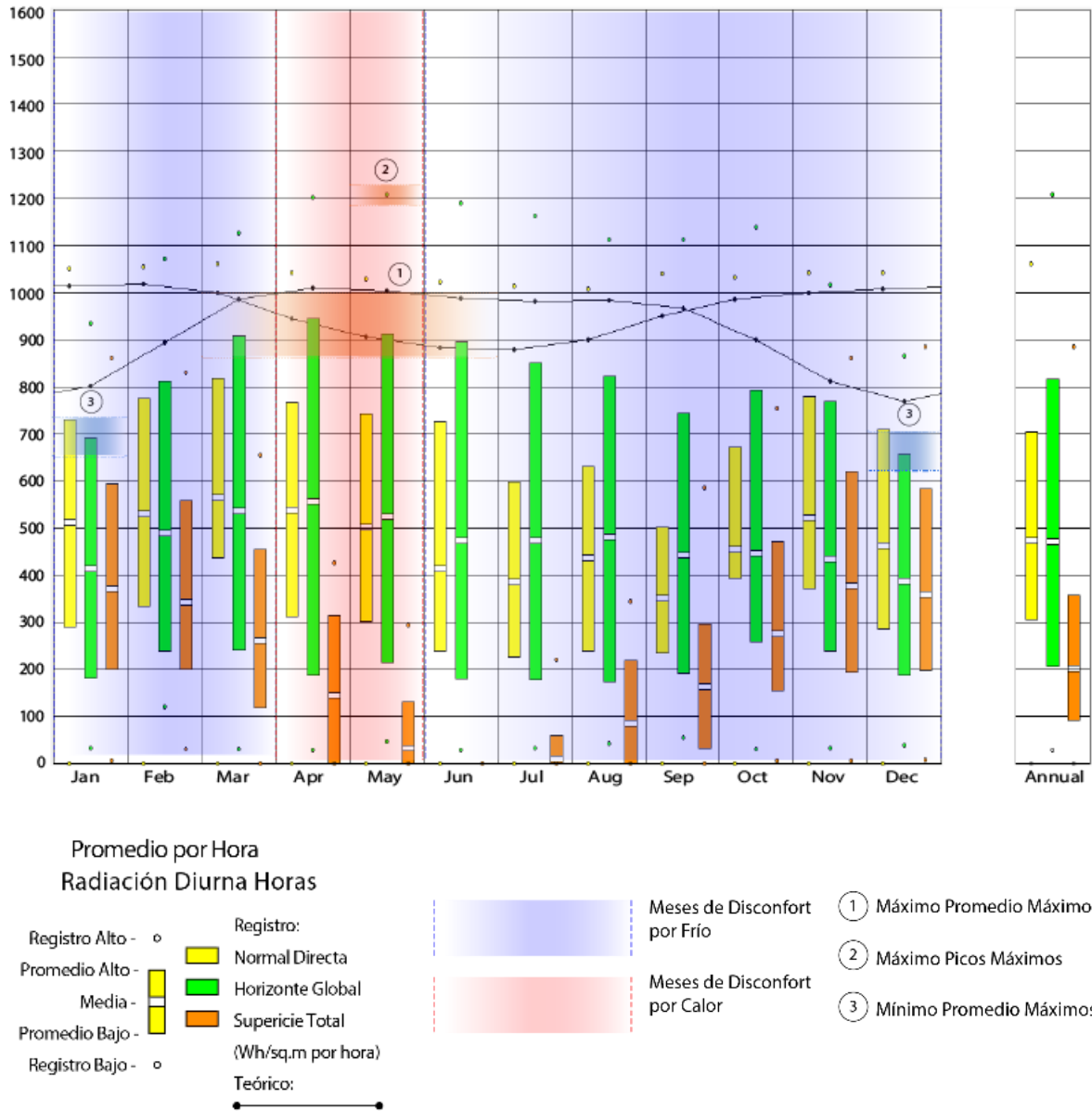
Rango de Radiación Sobre Orientación Norte



Gráfica G8: Radiación anual en plano norte en el municipio de Querétaro. Fuente: elaboración propia Climate Consultant.

En el plano norte se observa una radiación muy baja a lo largo del año, incluso nula en los meses de octubre a febrero. Sin embargo, en los meses calurosos si se obtiene un nivel no preocupante pero si de consideración.

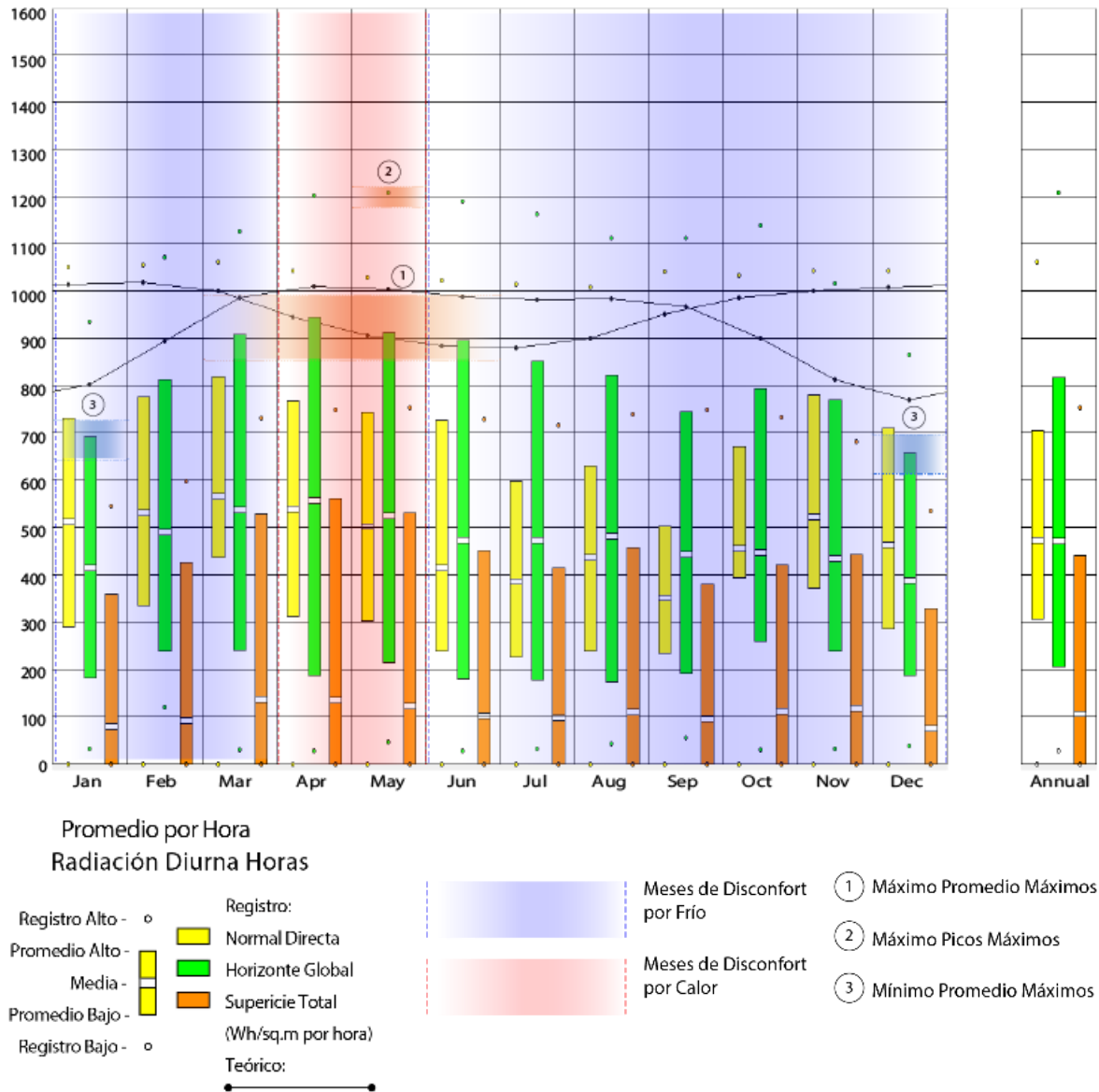
Rango de Radiación Sobre Orientación Sur



Gráfica G9: Radiación anual en plano sure en el municipio de Querétaro. Fuente: elaboración propia Climate Consultant.

En el plano sur vemos que existe un índice de radiación amigable en comparación a los meses fríos y cálidos a lo largo del año, es decir, cuando se tienen meses con temperaturas frías el nivel de radiación sobre este plano aumenta, y por el contrario en los meses cálidos baja, brindando una equilibrio.

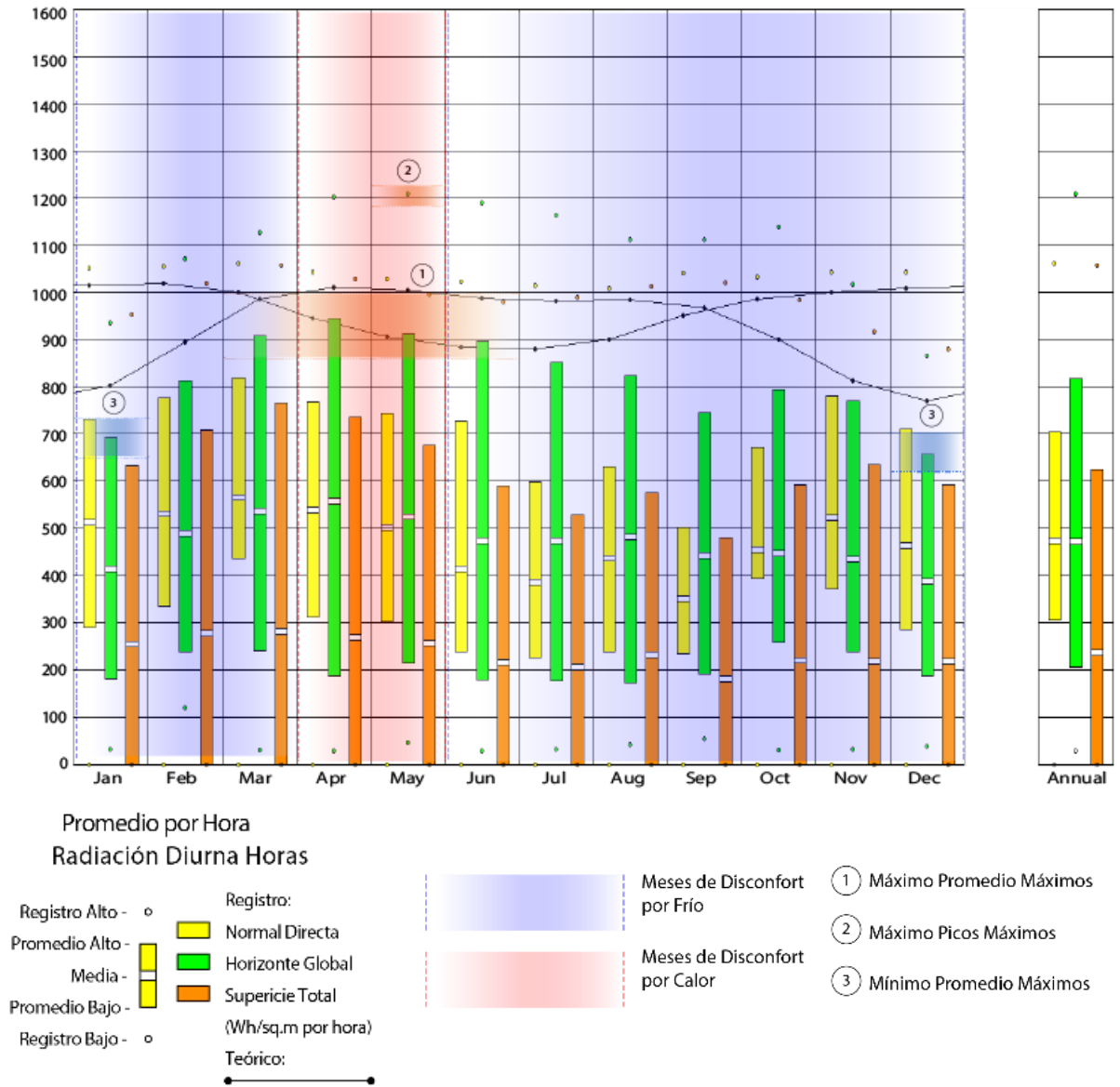
Rango de Radiación Sobre Orientación Este



Gráfica G10: Radiación anual en plano este en el municipio de Querétaro. Fuente: elaboración propia Climate Consultant.

En el plano este encontramos un nivel de radiación prácticamente estable a lo largo del año, con pequeños aumentos durante los meses cálidos, siendo un punto importante a considerar en el diseño. Puede ser una fachada amigable cuando se trate de lugares más frescos o cuando se quiere tener una temperatura espacial cálida.

Rango de Radiación Sobre Orientación Oeste



Gráfica G11: Radiación anual en plano oeste en el municipio de Querétaro. Fuente: elaboración propia Climate Consultant.

En el plano oeste, encontramos el nivel de radiación más alto a comparación de las demás orientaciones, manteniéndose ligeramente constante, lo preocupante es que los niveles más altos están registrados en los meses más cálidos.

Inclinación solar en meses críticos

De acuerdo a los datos arrojados en el esquema # de la página 93, en los meses de marzo a junio es dónde se encuentra una temperatura más crítica por calor a diferencia del resto del año, en los cuales serán los meses en dónde haya que cuidar el índice de radiación.

A continuación, se muestran las inclinaciones solares de los meses con una temperatura crítica, la cual nos ayudara a conocer el ángulo de cerramiento necesario y la hora para evitar la radiación solar directa.

Marzo:

Fecha:	07/03/2019	
coordinar:	20.6276433, -100.4589844	
ubicación:	20.62764330,-	
hora	Elevación	Azimut
08:57:17	-0.833	95.31
09:00:00	-0.2	95.55
10:00:00	13.69	101.08
11:00:00	27.3	107.69
12:00:00	40.33	116.54
13:00:00	52.12	129.91
14:00:00	61.11	151.87
15:00:00	64.15	184.08
16:00:00	59.4	214.41
17:00:00	49.53	233.94
18:00:00	37.36	245.97
19:00:00	24.16	254.16
20:00:00	10.47	260.45
20:48:44	-0.833	264.9

Abril:

Fecha:	07/04/2019	
coordinar:	20.6327843, -100.4754639	
ubicación:	20.63278430,-	
hora	Elevación	Azimut
08:30:10	-0.833	82.37
09:00:00	6.1	84.96
10:00:00	20.13	90.12
11:00:00	34.15	95.79
12:00:00	48.01	103.1
13:00:00	61.32	114.87
14:00:00	72.63	140.56
15:00:00	75.77	196.31
16:00:00	67.08	236.05
17:00:00	54.39	252.36
18:00:00	40.72	261.22
19:00:00	26.75	267.48
20:00:00	12.72	272.8
20:58:13	-0.833	277.83

Mayo:

Fecha:	07/05/2019	
coordinar:	20.6327843, -100.4754639	
ubicación:	20.63278430,-	
hora	Elevación	Azimut
08:08:36	-0.833	71.66
09:00:00	10.72	75.9
10:00:00	24.45	80.28
11:00:00	38.37	84.44
12:00:00	52.38	88.9
13:00:00	66.41	95.01
14:00:00	80.15	110.77
15:00:00	83.68	234.62
16:00:00	70.36	262.5
17:00:00	56.36	269.74
18:00:00	42.34	274.47
19:00:00	28.4	278.65
20:00:00	14.61	282.93
21:00:00	1.08	287.74
21:08:36	-0.833	288.5

Junio:

Fecha:	07/06/2019	
coordinar:	20.6327843, -100.4754639	
ubicación:	20.63278430,-	
hora	Elevación	Azimut
08:00:29	-0.833	65.24
09:00:00	12.04	69.99
10:00:00	25.39	73.81
11:00:00	38.97	76.87
12:00:00	52.7	79.16
13:00:00	66.52	80.14
14:00:00	80.29	75.41
15:00:00	85.05	296.58
16:00:00	71.5	280.29
17:00:00	57.67	280.31
18:00:00	43.91	282.24
19:00:00	30.27	285.05
20:00:00	16.83	288.58
21:00:00	3.7	292.99
21:21:13	-0.833	294.81

La temperatura promedio está por debajo de los 20°C, predominando a lo largo del año a partir del mes de octubre hasta febrero. Sin embargo, este puede alargarse hasta el mes de marzo y presentar bajas en la temperatura en el resto del año según marcan los registros.

Por otro lado, los meses donde se han presentado temperaturas por encima de los 32°C excediendo el margen de confort por calor es en abril y mayo, también se tienen registrados picos de calor en el mes de junio. En los meses donde se tiene un promedio de temperatura dentro del grado de confort térmico es de abril a agosto, manteniendo un rango dentro de los 21°C a los 25°C.

En la ciudad de Querétaro se tiene situaciones por disconfort por frío en la mayor parte del año, teniendo en cuenta esto se debe aprovechar las orientaciones hacia donde reciba el sol, sobre todo en las primeras horas del día para ganar calor. Sin embargo, esta radiación no debe excederse ya que no debemos olvidar que puede perjudicar en los meses con temperaturas elevadas.

En cuanto a la radiación solar por plano, correspondientes a las fachadas, nos muestran las gráficas, el plano más afectado es el de orientación oeste, ya que este muestra una radiación prácticamente todo el año por arriba de los 500 y 600 W/m²h, con los picos más altos justamente en los meses más calientes con picos por encima de los 700 W/m²h, en comparación a los demás planos que tienen menor radiación a lo largo del año, siendo la mejor opción de orientación el sur con radiaciones mayores cerca de los 600 W/m²h pero en los meses fríos, y con una radiación por debajo de los 300 W/m²h en los meses más calurosos y en ocasiones llegando a rangos mínimos de hasta 100 W/m²h.

III.2 Estrés solar en la vivienda

La principal estrategia de enfriamiento en climas cálidos es en definitiva el control solar, ya que de esta forma no tendría que enfriarse aquello que no se ha calentado” (Olgay, 1963 en Zambrano 2013).

Ganancia térmica en la envolvente de la vivienda

Conceptualmente la envolvente de una vivienda o edificación es una barrera o separación entre un ambiente controlado, el interior de la vivienda, y otro que no lo es, el ambiente exterior. Se asume que la envolvente como una barrera imperfecta de manera que el calor exterior no es del todo detenida por la envolvente de la vivienda. Por ello hay que analizar la transferencia de calor que ocurre entre el ambiente interior y exterior.

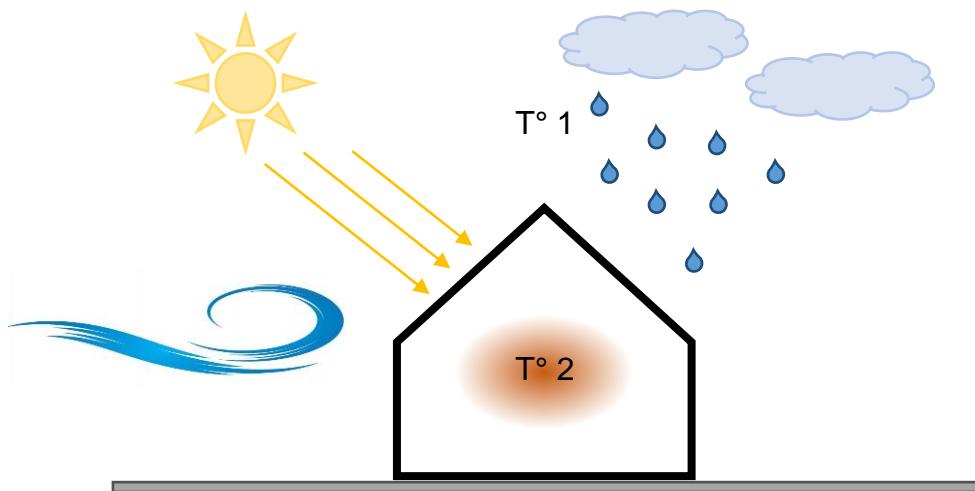


Ilustración 72: El ser humano de acuerdo a su forma de sentir es la forma en la que actúa, es un lazo estrechamente relacionado que también se ve reflejado en la habitabilidad de los espacios.

Las ganancias de calor de la envolvente se presentan a través de las superficies opacas como; muros, cubiertas y puertas, y en superficies transparentes como; ventanas, domos y tragaluces. (Sisevive Ecocasa, 2014).

La edificación al estar permanentemente en contacto con el Sol durante el día, provoca cambios de temperatura al interior debido a la conductividad de calor. Por ello, esta debe ser capaz de responder a la radiación solar, ya sea protegiéndose o adaptándose a ella de manera pasiva.

El control y protección solar además de ayudar optimizar los niveles térmicos al interior de la vivienda, permite el ahorro de la energía al evitar el uso de equipos de enfriamiento (Architecture, México, & Edificación, 2014).

Conductividad Térmica en la envolvente

La conductividad térmica mide la capacidad y velocidad de conducción calórica de un material; es la encargada de transferir la energía cinética de sus moléculas sobre otro cuerpo o sustancias facilitando el paso del calor. La transferencia de calor en la envolvente se manifiesta cuando hay un intercambio calórico entre dos cuerpos de diferente temperatura, en este caso una superficie ya sea opaca acristalada calentada por el sol, siendo el cuerpo más caliente el que transfiere energía calórica al cuerpo de menor calor absorbiendo en su totalidad la cantidad calórica cedida, a esto se le conoce como **Transferencias de Calor** (Neila G. F., 2004, pág. 333).

La conductividad térmica es una magnitud intensiva, es decir que no depende de la masa o el tamaño de un cuerpo, por este motivo no son propiedades aditivas a diferencia de las propiedades extensivas que si dependen de la masa o el tamaño del cuerpo (Soriano & González, 2015, págs. 36-43).

Este intercambio de temperatura se presenta en tres diferentes formas; conducción, convección y radiación.

- Por **conducción** es la que se presenta por elementos opacos y transparentes juntos.
- Por **convección** se presenta a través de un fluido en movimiento y al igual que la conducción, estos deben estar en contacto.

- Por **radiación** se obtiene **únicamente a través de superficies transparentes a través de ondas electromagnéticas** sin tener que estar en contacto con otro cuerpo (Sisevive Ecocasa, 2014).

El color como conductor térmico y protector solar

Un aspecto importante que contribuye notablemente al mejor funcionamiento de la protección solar es su color, ya que este cambia su grado de reflexión de la radiación directa del sol debido al nivel de absorbanza de la radiación solar. Una superficie oscura puede llegar a absorber mayor de radiación solar incidente a comparación de una superficie blanca, la cual tiene la capacidad de reflejar mayor cantidad de ondas transportadas por la radiación solar. (Yáñez, 1988).

En el siguiente listado se muestra una tabla de coeficientes de absorción de energía de acuerdo con el color del material:

Superficie recién blanqueada	10 – 15
Pintura blanca de aceite	20 – 30
Mármol blanco	40 – 50
Gris	60 – 70
Ladrillo, hormigón	80 – 85
Negro brillante	80 – 85
Negro mate	90 – 95

Tabla .: Coeficiente de absorción de varios colores (%). Fuente (Yáñez, 1988)

El color es la variable de mayor impacto en la temperatura superficial de los materiales, en consecuencia, con su índice de reflexión solar.

La madera no se encuentra dentro de este listado ya que es importante resaltar que cuando esta se encuentra mucho tiempo expuesta al aire se produce una oxidación del carbono, provocando su envejecimiento. El Sol y la humedad combinados procesan en ella una degradación superficial llamada meteorizado.

III.3 Las ventanas; debilidad de la envolvente

Las estrategias pasivas que controlan la energía del medio ambiente, no siempre asegura la calidad estética de una vivienda, es decir, la funcionalidad solar climática del edificio no asegura su belleza, pero puede contribuir en ella, pudiendo lograr un valor estético al lograr un enfoque ecológico en la edificación (Yáñez, 1988).

Un buen diseño de la envolvente translúcida es hallar un equilibrio en las funciones pasivas de calefacción y refrigeración; pérdida y ganancia de calor; proporcionar suficiente luz natural; facilitar ventilación controlada; proporcionar contacto visual con el entorno garantizando la intimidad y seguridad (Ruano A. , 2014).

Se debe analizar la transmisión de calor a través de los materiales translúcidos, que le permiten ganancias térmicas por su exposición a la radiación directa del Sol, obligando a tener un equilibrio entre pérdidas y ganancias de masa térmica.

Las ventanas son la conexión más directa entre el interior de un edificio y el medio ambiente exterior. **Las estrategias pasivas bioclimáticas se centran especialmente en ellas, convirtiéndose en un elemento de gran importancia en la envolvente de las edificaciones.** El dinamismo y complejidad de las ventanas radica en ganancia y pérdida de calor por la radiación solar.

Las ventanas contribuyen al aumento excesivo de las ganancias solares específicamente en verano. Es importante evitar el uso arbitrario y exagerado del vidrio ya que las viviendas con superficies vidriadas sin protección solar se convierten en un invernadero que se sobrecalientan en verano y se enfrían excesivamente en invierno (Yáñez, 1988). El análisis de radiación solar de acuerdo a su orientación, es el primer paso para el diseño de una ventana y la

geometría del edificio. Posteriormente, las protecciones solares deben de diseñarse de acuerdo a esta envolvente y a su orientación (Neila G. F., 2001).

Los dispositivos de control solar

Es común pensar que los dispositivos de control solar son elementos que se agregan a las ventanas para evitar el asoleamiento excesivo. **Sin embargo, esto es parcialmente cierto, pero conceptualmente erróneo, ya que el control solar debe ser inherente al diseño integral de la edificación** (Rodríguez V. M., 2001).

El diseño bioclimático se centra principalmente en la **reducción de sobrecalentamiento** en los edificios (Neila G. F., 2001), **lo que relaciona principalmente el control de las ventanas, ya que es el elemento mas vulnerable térmicamente hablando**. Para ello se contemplan estrategias pasivas de control solar en la envolvente que generan un bloqueo evitando la radiación solar excesiva (Ruano M. , 2014). Sin embargo, en casos especiales como en climas templados y cálidos es necesario en verano dispositivos de protección solar para los huecos acristalados.

Se debe tener especial cuidado en el diseño de las protecciones permitiendo la radiación de invierno así como algunos meses de primavera y otoño, ya que se debe permitir la ganancia de masa termica para evitar el uso de calentadores mecánicos y evitar el gasto innecesario energético (García M. , 2017). De esta misma manera, no se debe olvidar que la radiación solar es la primer fuente de iluminación natural y se debe considerar.

En este sentido, una protección fija que sombree todo el hueco en los meses estivales no debe impedir el acceso solar en algunos meses intermedios, donde la captación solar sigue siendo necesaria. Por ese motivo, es recomendable el uso de elementos de sombra fijos y móviles.

El control solar dependerá de acuerdo al tipo de vivienda; si es cerrada, compacta, con patio central, extendida o dispersa, uno o varios niveles, con alturas simples o

dobles. **Y principalmente la orientación del proyecto, considerando la ubicación de los espacios y su uso.**

Tipos de control solar en ventanas

Para diseñar una protección solar, lo primero que se debe hacer es conocer es:

- 1) Periodo del año en el cual la aportación solar al interior del edificio supone un exceso de ganancias caloríficas que contribuyen al aumento excesivo de las temperaturas internas.
- 2) Reflejar en la carta solar dicho periodo a partir de los datos de la estación meteorológica más cercana, mediante una línea de separación. **Horizontales**
- 3) Determinar el tipo de protección solar; horizontal o vertical,
- 4) Dimensionar la protección solar que se ajuste a dicho periodo; estableciendo un punto de referencia en el hueco a proteger sabiendo el ángulo h del sol por encima del cual se quiere evitar la radiación solar, lo que nos determinará la longitud l del volado. La protección se podrá completar con otros elementos verticales que en conjunto cubran la zona sobrecalentada.
- 5) Comprobar que se permite el acceso del sol de dicho hueco durante el período infracalentado del año.

Los dispositivos de control solar se agrupan en función de su posición y orientación respecto a los planos definidos del proyecto arquitectónico, en ellos encontramos los sistemas más utilizados que son los horizontales, verticales y mixtos.

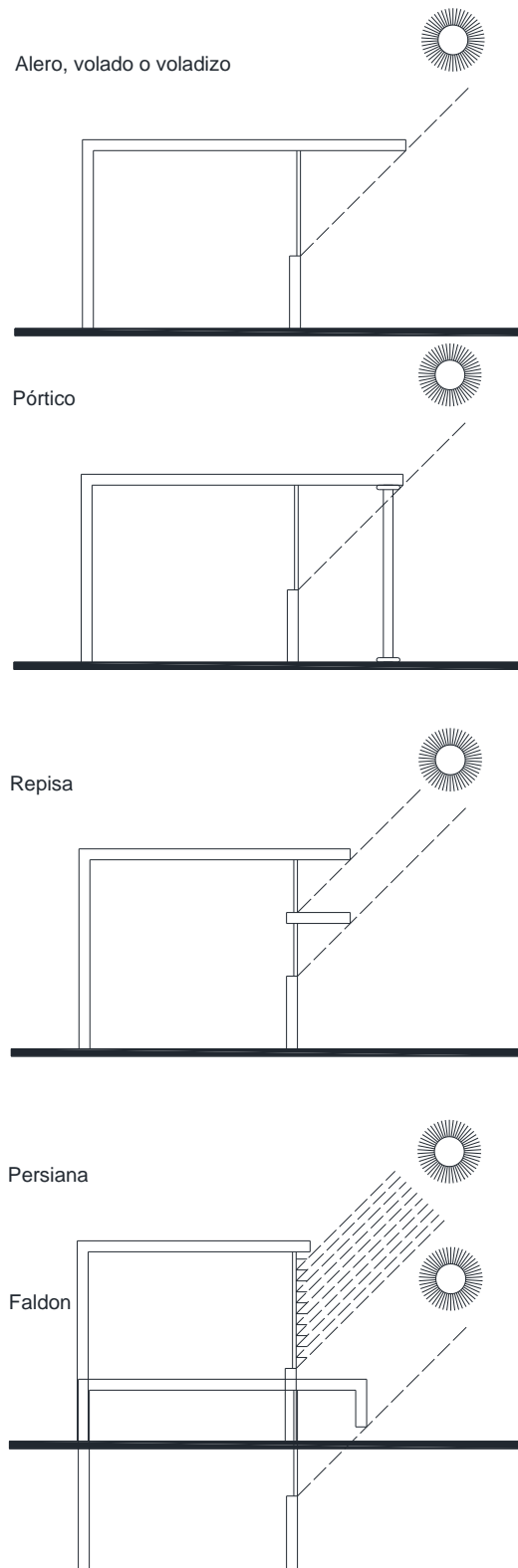
Alero, volado o voladizo. El volado o voladizo se refiere a cualquier elemento que sobresale del parámetro vertical o de la fachada, mientras que el alero normalmente se forma por la extensión de la techumbre que rebasa los muros.

Los **aleros** se construyen con fines de protección, tanto de la fachada como de los andadores y banquetas, protegen del sol y además de la lluvia. Este puede ser también un elemento independiente de la cornisa. Este elemento suele ser opaco o macizo, así como en forma de rejilla o pérgola.

El **pórtico** como lo vimos en el capítulo I, es un espacio sostenido por columnas o arcadas que se ubica a lo largo de una fachada. Forma un espacio de transición entre los espacios abiertos y cerrados. Puede ser un espacio de circulación o utilitario.

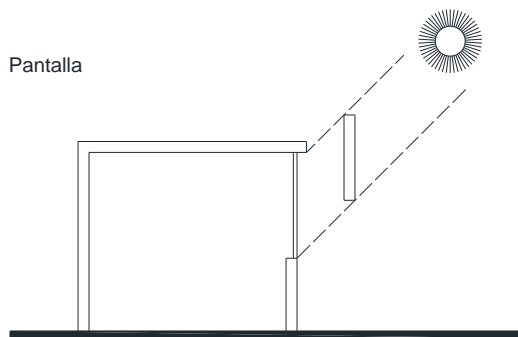
La **repisa** es el elemento volado a manera de ménsula. Es un elemento horizontal ubicado dentro del claro de la ventana. Este dispositivo se utiliza como elemento de iluminación natural ya que reflejan los rayos del sol hacia el plafón.

La **persiana horizontal** es formada por tablillas o elementos horizontales que

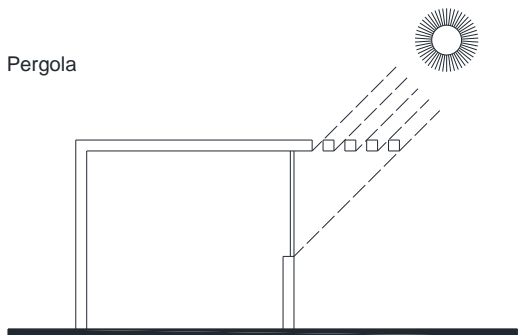


permite el paso de la luz y el aire, pero no del Sol. Las persianas deben ser exteriores, pueden ser fijas o giratorias.

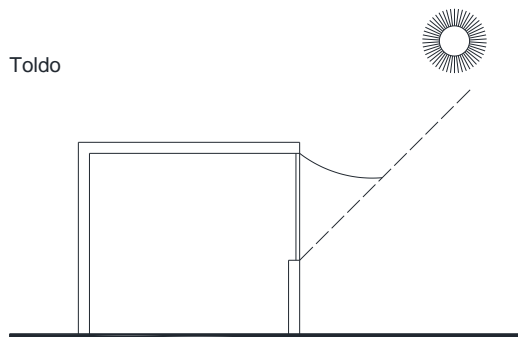
El **faldón** es llamado así por la vertiente triangular **de** algunos tejados, limitada por dos limas y el alero, es decir, es un elemento vertical que pende del extremo de un alero.



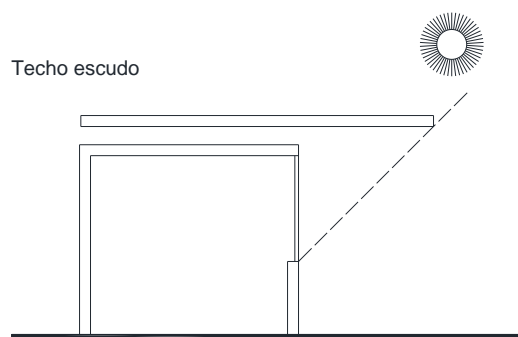
La **pantalla** es el elemento que sirve para obstruir los rayos solares. Es un elemento vertical colocado frente a la ventana, pero a diferencia del faldón no está unida al alero, aunque puede estar suspendida de él. También puede ser maciza, tipo persiana o celosía.



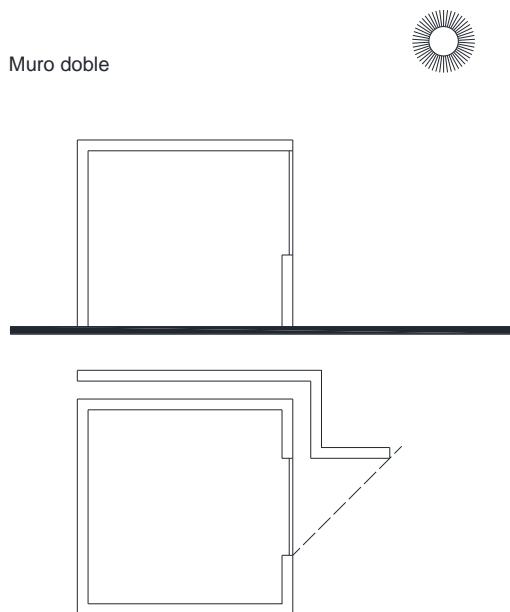
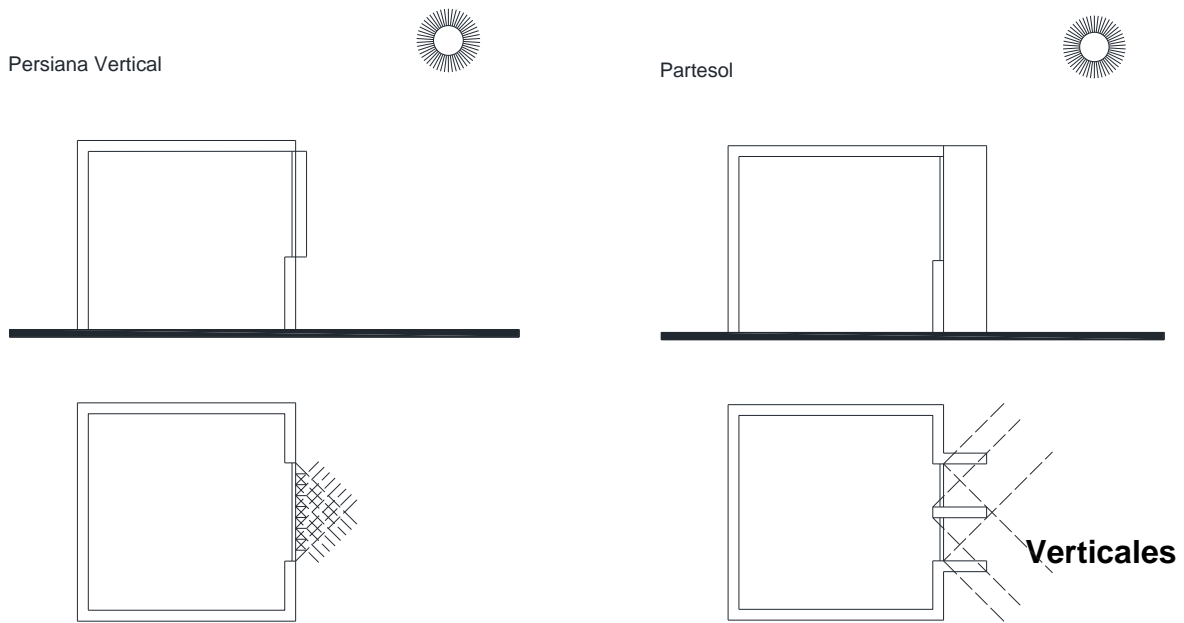
La **pérgola** viguería o enrejado abierto a manera de techumbre generalmente asociada con vegetación de enredaderas o trepadoras. Es empleado con pergolados tipo persiana o rejilla.



El **toldo** es una cubierta fija o plegable fabricada con una lona u otro tipo de tela. Tiene la ventaja de poder ser translúcida, por lo que se pueden controlar los niveles de iluminación.



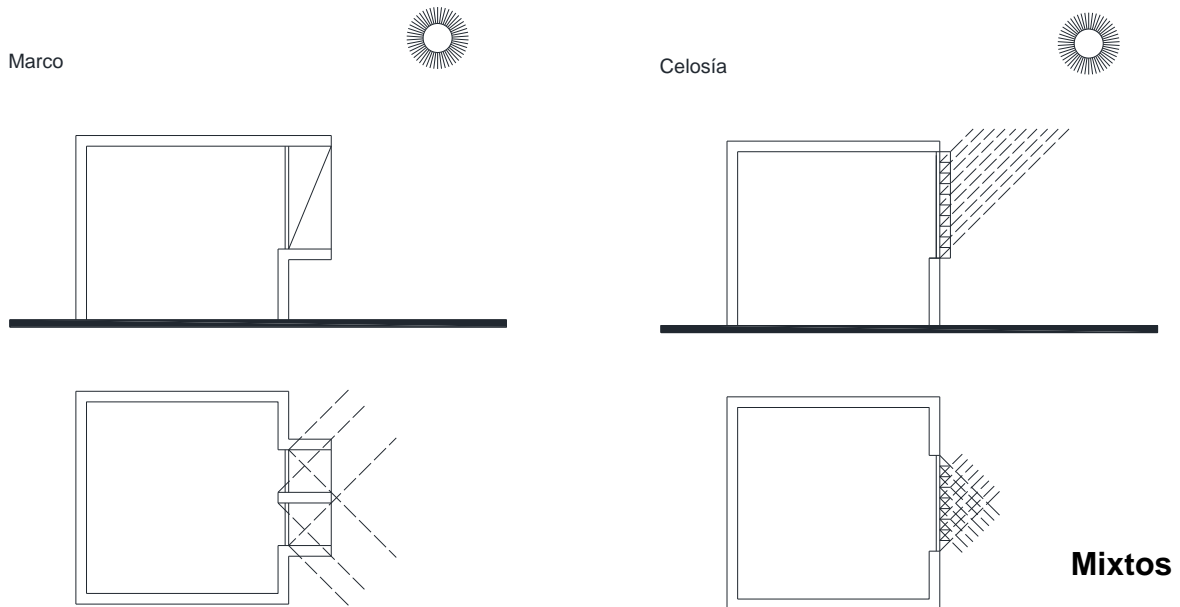
El **techo escudo** es una doble techumbre con el espacio interior o cámara de aire ventilada. Tiene por objeto sombrear la totalidad de la techumbre y así evitar la ganancia térmica por radiación solar.



El **partesol** es un elemento saledizo de la fachada que bloquea los rayos solares. Puede estar colocado perpendicularmente u oblicuo con respecto a la fachada y también puede ser parte de ella o un elemento separado.

La **persiana vertical** es un dispositivo formado por tablillas verticales que permite el paso de la luz y del aire, pero no del sol. Las persianas deben ser exteriores, pueden ser fijas o giratorias en su eje vertical.

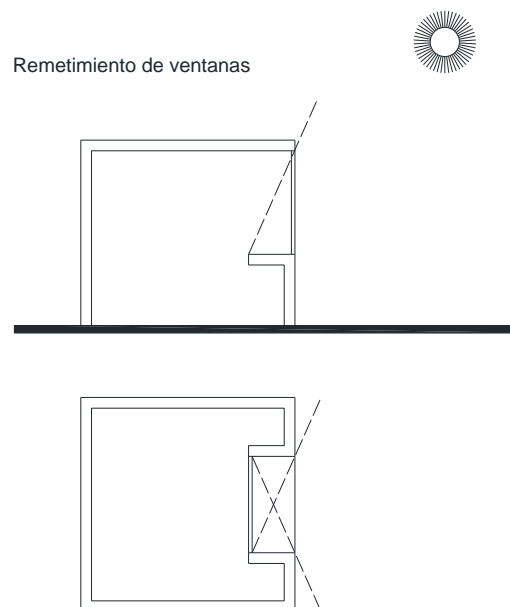
El **muro doble** contiene un espacio interior que funciona como cámara de aire ventilada. Tiene por objeto sombrear la totalidad del muro y así evitar la ganancia térmica por radiación solar.



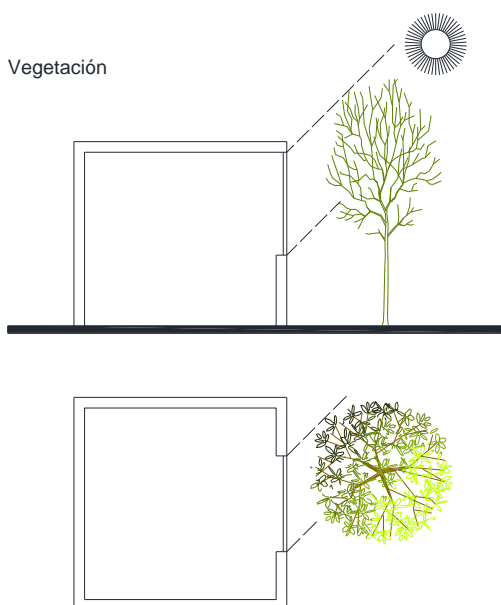
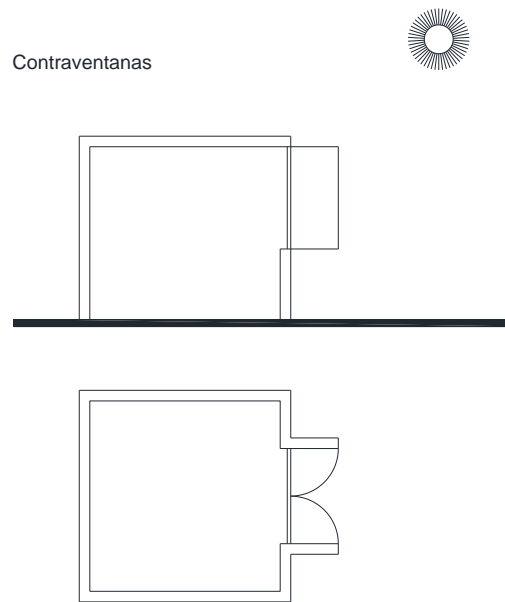
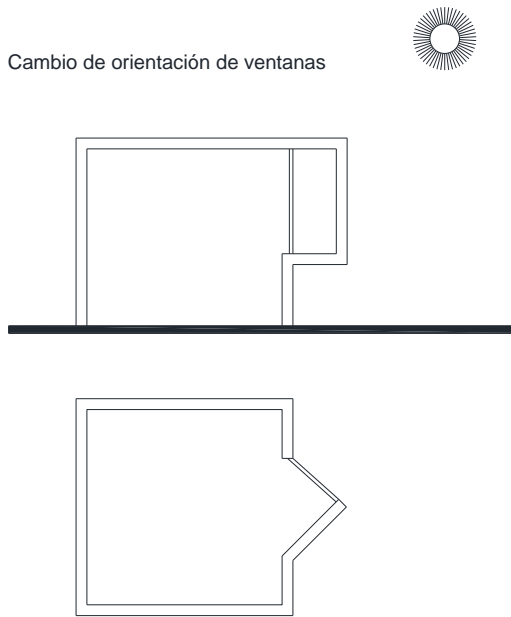
El **marco** está formado por la combinación de alero, repiso y parasoles, de tal manera que el perímetro del vano está rodeado por voladizos y soleadizos

La **celosía** es una combinación de persianas horizontales y verticales. O cualquier otro entramado usado como protección solar y visual.

El **remetimiento de ventanas** se hace en el acristalamiento para que quede



protegido del Sol, siendo protegido sobre su misma envolvente.



El **cambio de orientación de las ventanas** se utiliza principalmente cuando la orientación de la fachada no es la adecuada y se debe cambiar la orientación de la ventana.

Las **contraventanas**, como lo vimos en el capítulo I, son una hoja completa o seccionada exterior que bloquea totalmente

la incidencia solar, esta puede abrirse para dejar entrar la luz y ventilación.

La **vegetación** es un excelente dispositivo de control térmico ya que al ser un elemento vivo y dinámico permite diversos grados de control durante diferentes épocas del año. Se debe elegir cuidadosamente el tipo de especie.

Aspectos importantes sobre el control solar en verano, es la protección en los planos horizontales la cual debe ser considerablemente mayor al de los planos verticales, pudiendo ser la ganancia energética hasta tres veces más al de un plano vertical orientado al sur en latitudes de clima cálido ya que la protección solar es más eficaz en la cubierta que en otras superficies del edificio (Yáñez, 1988).

Las superficies verticales al este y oeste reciben una cantidad equivalente de radiación solar al día. Sin embargo, es más importante la protección solar al oeste ya que cuando el sol incide sobre ella la temperatura del aire es más alta que la del este cuando incide por la mañana.

Las persianas van de acuerdo a la orientación del edificio, determinando si es un para Sol vertical u horizontal. Los **horizontales** suelen ser fijos y los **verticales** en muchos casos móviles. Los acristalamientos al sur permiten colocar parasoles verticales u horizontales; mientras que los acristalamientos al este u oeste funcionan normalmente verticales (Neila G. F., 2001). Aunque por otro lado Yáñez (1988) nos menciona que la protección horizontal es más apta para las orientaciones al sur, y las verticales para orientaciones este y oeste.

Tecnología de la edificación: Protecciones solares activas y sistemas domóticos

La tecnología le ha brindado a la arquitectura una manera de innovar en la protección solar, permitiendo la creación de formas que además de arropar el edificio interactúan con el ambiente exterior e interior, controlados por dispositivos inteligentes como celulares, tabletas o computadoras (Vianiet *et al.*, 2013).

Las protecciones solares activas son aquellas que tienen movimiento autónomo el cual responde a las acciones climáticas, dando interactuando con el medio para lograr el confort en las personas. Aunque su funcionamiento sea de manera autónoma, sus acciones tienen una relación directa con el edificio haciéndolo actuar de acuerdo como un mismo elemento (Segura, 2012).

Estos elementos que son autónomos en cuanto a su funcionamiento se les llaman **sistemas domóticos**, los cuales son sistemas inteligentes eléctricos, digitales e informáticos aplicados a la gestión técnica de un edificio implementado para resolver temas de ahorro energético, seguridad y confort (Marticorena, 2017). Los sistemas domóticos son una inclusión de un análisis para optimizar y visualizar los servicios y necesidades que debe aportar la vivienda al habitante por medio de operaciones y decisiones autónomas (Albino *et al.*, 2016). Al aplicar un sistema domótico a un edificio, se le llama comúnmente **casas inteligentes** (*Smart home*), ya que, gracias al uso de estas tecnologías integradas conjuntamente a un diseño arquitectónico, brindan un manejo casi nulo al habitante o que requiera un esfuerzo considerable para realizar una acción (Raisul *et al.*, 2012).

Las **casas inteligentes** se sustentan a sí mismas gracias a su inteligencia artificial y adaptación a la construcción (Viani *et al.*, 2013). Ofrecen una mayor calidad de vida gracias al control y asistencia de servicios que ofrece además de ayudar a optimizar el confort del usuario gracias a su interacción de sus mecanismos automatizados con el clima, maximizando y conservando la energía del medio ambiente por medio de sensores de control de temperatura, calentamiento e iluminación (Raisul *et al.*, 2012).

Se puede dirigir la ideología tecnológica al confort del habitante, ayudando a controlar los elementos de la vivienda para favorecer las necesidades higrotérmicas del habitante en su ambiente interior (Mohmoud & Hassaan , 2011).

Según la *Guía del Estándar Passivhaus* (2011), una vivienda con la utilización de protecciones móviles de forma adecuada permite un elevado confort higrotérmico mediante el acondicionamiento manual del sistema. La automatización de elementos pasivos permiten un mayor ahorro energético, debido a que estas funcionan de manera adaptable a los 365 días del año adecuadamente, permitiendo la entrada del sol cuando se requiere calefacción y privando de ella cuando sobrepasa su temperatura (Passivhaus, 2011).

Contexto de los sistemas de control solar en la arquitectura.



Ilustración 73: Edificio compuesto con parasoles para la protección de la envolvente principal.



Ilustración 75: Prototipo de control solar móvil. Fuente: theverge.com



Hoy en día, los sistemas de control solar se han visto modernizados naturalmente gracias a los avances tecnológicos, la creación de nuevos mecanismos y materiales constructivos, permiten un control del diseño solar más libre.

Ventura arquitectos propone en un edificio en Buenos Aires un sistema activo de parasoles verticales en las fachadas del edificio, ayudando a impedir la radiación sobre los muros del edificio a manera de segunda piel (Ilustración 71).

Un prototipo un tanto más sofisticado debido al movimiento del sistema es el propuesto en el edificio Ha Tyler Short, creando una alternativa de parasoles para las ventanas, los cuales adaptan su movimiento de acuerdo con la posición del sol. Está basado en un sistema de pivotes que lo ayuda a girar sobre un eje y permite girar en cualquier dirección ya sea vertical u horizontal, derecha o izquierda. Este sistema puede operar de manera manual o automática (Ilustración 73).

Ilustración 743: Sistema de control solar mecánico basado en una celosía. Fuente: modlar.com

De manos del grupo de arquitectos Abu Dhabi, se encuentra en Dubai un sistema de control solar con un alto grado tecnológico basado en su composición formal, ya que si forma le permite cerrar y abrirse según sea necesaria la radiación solar.

Foster + Partners desarrollaron un sistema de ventanas aplicado en el edificio *Apple Store* en Dubái (Figura 12), en Emiratos Árabes Unidos, la cual tiene un sistema automático que se cierra durante el día evitando la incidencia solar, y se abre durante la noche. Basando su diseño en un tipo de cortina para ventana tradicional Árabe, proyectaron la forma y la figura arquitectónica del sistema. Al igual que otros sistemas está diseñado a base de un pivote que ayuda a rotar los parasoles.



Ilustración 76: Edificio Apple Store en Dubari, cuenta con un sistem de control solar domótico que permite la apertura o cierre de los parasoles de acuerdo a la temperatura interna. Fuente: esquireme.com

III.4 Orientación, emplazamiento y traza urbana

Una ciudad en la cual la comunidad ha sabido aprender, adaptar e innovar. La gente necesita el uso de la tecnología para su beneficio propio (Piro et al., 2013).

La perfectibilidad de las estrategias pasivas y del diseño bioclimático nos brinda la posibilidad de innovar y permitir un diseño solar aplicable en cualquier edificación a pesar de las condicionantes y limitantes urbanas.

La reducción del impacto solar en huecos acristalados comienza con la orientación del edificio. Como se explicó en el capítulo I, el hombre durante siglos, determino la orientación de los edificios en el diseño de las viviendas en la búsqueda de un bienestar físico térmico, donde también predominan sus significados tanto culturales y simbólicos representando algunas deidades.

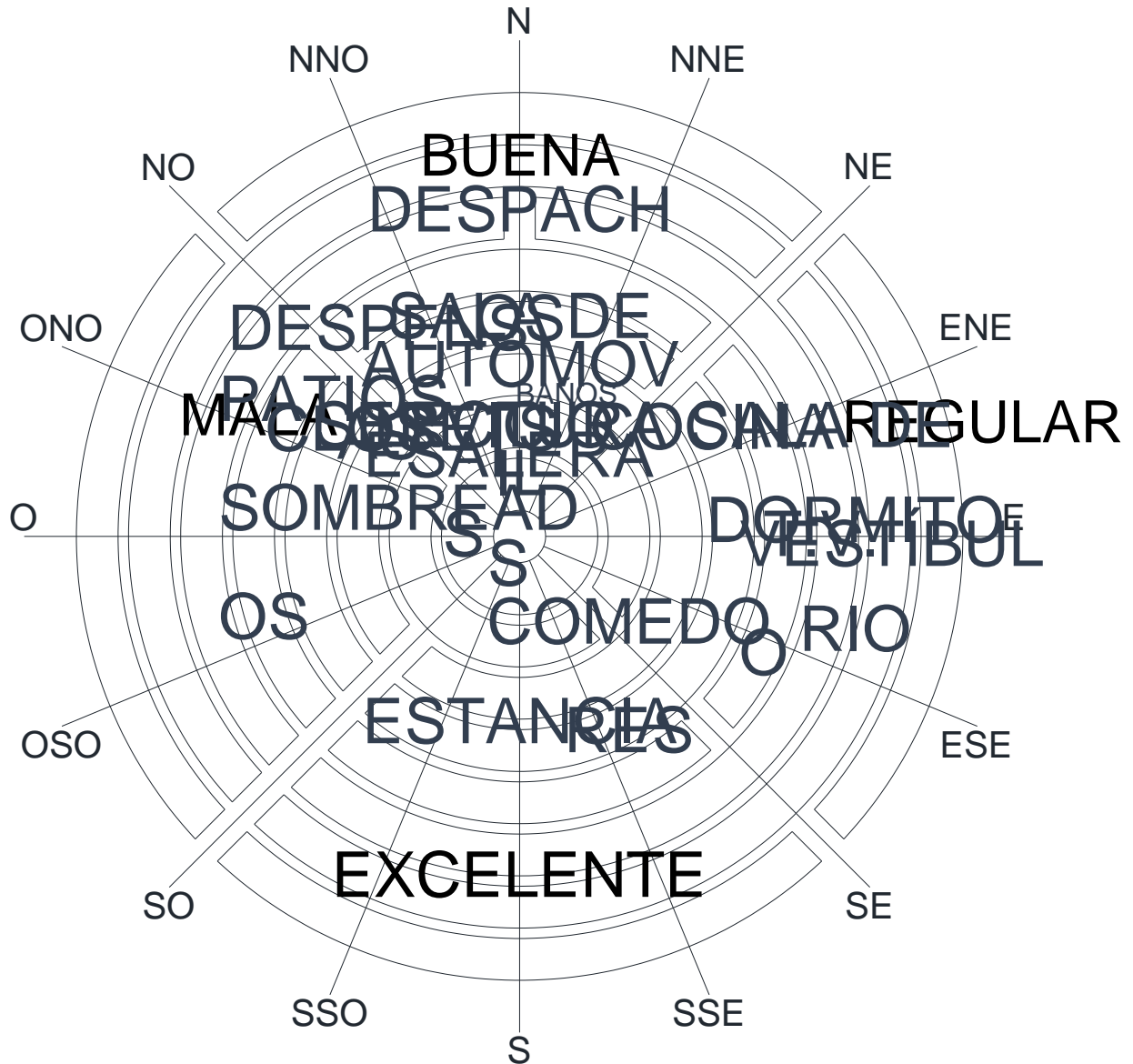
Esta preocupación por la orientación de los edificios ha ido decayendo al pasar de los años. Sin embargo, la Carta de Atenas fue un movimiento que apostó por la recuperación de la vivienda y su medio ambiente circundante dentro de la urbe.

La traza urbana debe responder en función de la orientación de los edificios, para poder brindar a los predios ventaja sobre el diseño de su vivienda y el correcto aprovechamiento del Sol. Las retículas orientadas a los puntos cardinales como lo solían hacer las ciudades egipcias.

En México se tenía la costumbre de una orientación sur – norte, traído de los colonizadores de América, este modelo de orientación utilizada también por los franceses e ingleses, fue una aportación bioclimática de los pobladores árabes en la península ibérica.

La orientación de la edificación en climas cálidos debe responder a la traza urbana, la cual debe permitir que el eje más largo esté dispuesto en la dirección este – oeste tiene una posición más favorable para protegerse de la radiación solar (Yáñez, 1988), de este modo la fachada mayor está orientada al sur en donde es más sencillo proteger de la radiación en verano y captarla en invierno, a diferencia de las orientaciones al este y oeste que son más desfavorables. Olgyay ha estimado que estas dos fachadas reciben aproximadamente dos veces y media más radiación solar en verano que en invierno en la latitud 40°N, mientras que la fachada sur recibe en verano dos veces menos radiación que en invierno. Al norte se deben considerar una superficie mínima de huecos acristalados ya que es más fácil refrigerarla en verano y enfriarla en invierno.

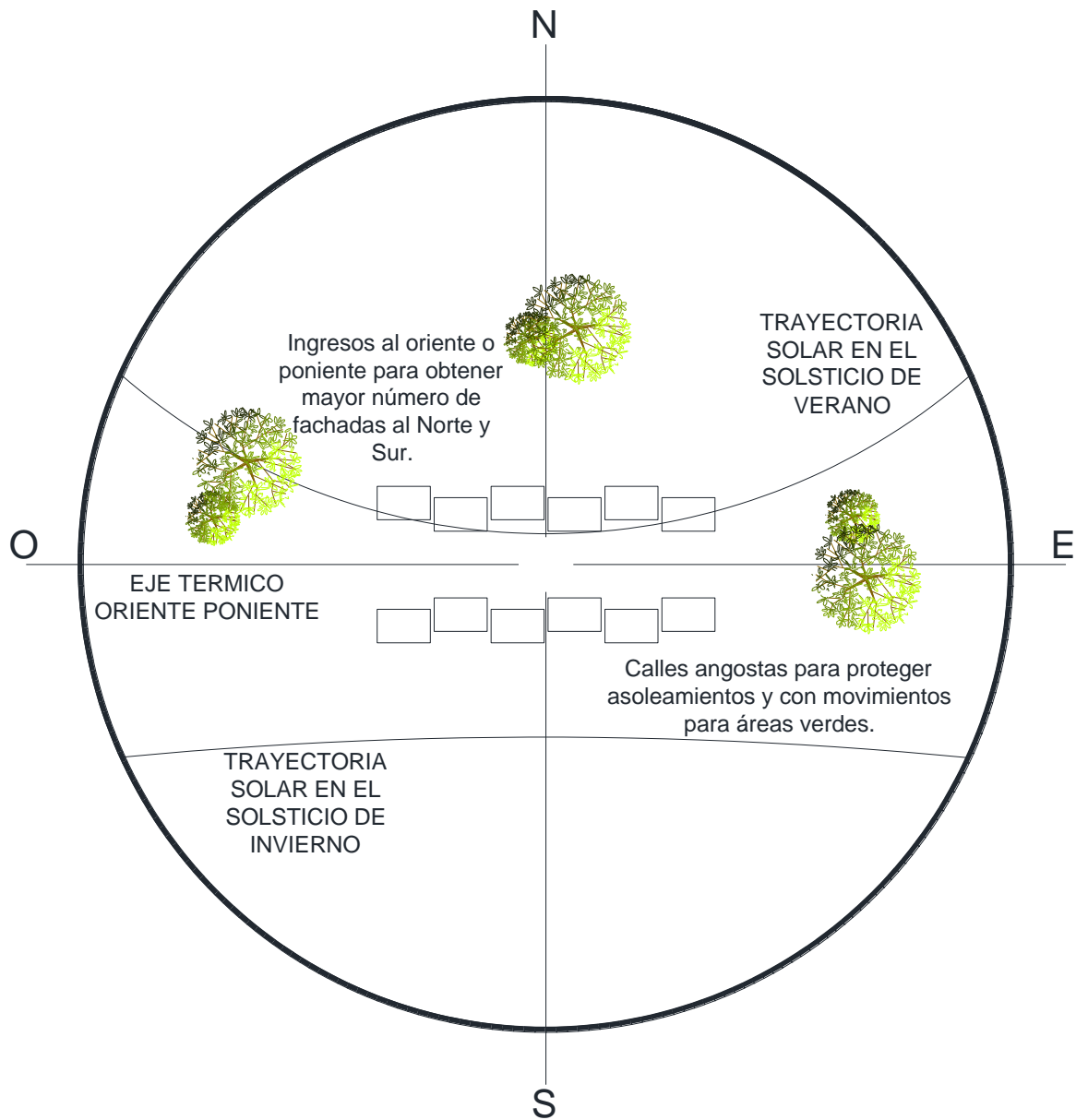
Esquema de orientación de espacios recomendados para el Municipio de Querétaro.



Esquema 1: Orientaciones solares para el municipio de Querétaro. Elaboración propia. Fuente: (Montejano, 2007)

La mejor orientación para la Latitud de Querétaro es al Sur, por la posibilidad de evitar asoleamientos en verano y captarlos en invierno, debido a la declinación solar.

Esquema de recomendado de proyección urbana en el Municipio de Querétaro



Evitar asoleamientos por lo que la alineación de las viviendas debe ser alternada provocando el mayor número de fachadas norte – sur.

Esquema 2: Proyección urbana para el municipio de Querétaro. Elaboración propia. Fuente: (Montejano)

IV. El Sol y la vivienda en serie en el Municipio de Querétaro

*“Dios Inspira, solo es
necesario dejarse guiar”*

Hemos hablado acerca de la vivienda en serie y como esta se ha dado debido a la basta demanda del hombre para obtener un hogar, provocando que se vuelva en uno de los principales modos de construcción ya que satisface de marea rápida la obtención de un hogar en una familia provocadas por la primer y segunda guerra mundial.

Sin embargo, esta manera de construir tiene una desventaja en el diseño bioclimático.

IV.1 Generalidades de la vivienda en serie

Como se vio a lo largo del estado del arte, la casa ha sido fundamental y esencial de todo ser humano. Ahora bien, la vivienda ha trascendido en distintas maneras, sufriendo adaptaciones en cada época de la evolución del hombre. Sin embargo, existe una tendencia que no ha cambiado desde el inicio de la urbe en las primeras civilizaciones, la vivienda en serie.

El sector de la vivienda ha sido identificado por el gobierno mexicano como la mejor opción para resolver las necesidades de desarrollo sustentable y responsable, lo cual se verá reflejado en metas económicas y crecimiento nacional. Según los datos demográfico de las acciones de Mitigación y Paquetes financieros, para el 2050 México tendrá una población estimada de 121 millones de habitantes, requiriendo construcción de viviendas para albergar a esta población estimada (CONAVI, 2013).

Sin embargo, la estructura de la vivienda colectiva se ve influenciada por un sistema industrializado y económico que olvida responder a las necesidades complejas como el confort térmico en el interior de los espacios (Alonso, 2015).

La vivienda en serie se caracteriza por su rápida construcción y disminución en el costo de su producción, ya que, al producir el mismo prototipo de casa, existe un mayor control en el proceso de obra, cuantificación de materiales; que provoca una reducción de insumos por él volumen, y rendimiento de mano de obra; por la repetición de trabajo.



Ilustración 77: Ejemplo de tipología de vivienda en serie.

Este método se sigue llevando a cabo gracias a los beneficios descritos en el párrafo anterior. Gracias a esto la modulación de la vivienda ha traído consigo

grandes beneficios al desarrollo de las ciudades y a su vez, ha ido evolucionando en cada época histórica del hombre y adaptándose a cada una de ellas.

Como se mencionó anteriormente, desde los egipcios se utilizaban casas en serie para cumplir con la demanda de vivienda para los pobladores de las ciudades, con una misma orientación que les permitiera el correcto aprovechamiento tanto del Sol, tanto para iluminar como para calentar los espacios, así también como aprovechar las corrientes de aire para refrescar en ciertas épocas del año. Esta práctica se siguió usando con los griegos, romanos, viéndose un poco pausado en la edad media debido a las necesidades de protección de las viviendas y ciudades, retomándose posteriormente con el inicio del renacimiento e ilustración.

No fue hasta el siglo XIX dónde gracias a la revolución industrial se presentó un cambio en la construcción y el diseño arquitectónico que detonó el rumbo de la vivienda en relación a su medio natural. El rápido crecimiento de las ciudades y su productividad generaba la alta demanda de obreros en las ciudades, lo cual comenzó a generar una alta demanda de viviendas en las ciudades y como consecuencia la rápida construcción de viviendas que se vieron rápidamente contagiadas con la ideología industrial.

En este punto fue donde la casa comenzó a verse como una máquina de supervivencia y pretendía auto adaptarse al ambiente, puesto que el funcionalismo y racionalismo radical regia sobre las formas de los edificios y sus materiales.

Curiosamente en esta misma época, fue la primera vez que se utilizó el término confort, el cual comenzó a estudiar el ambiente óptimo de los espacios para que las personas pudiesen realizar sus actividades satisfactoriamente.

Con la entrada del modernismo, el funcionalismo y racionalismo seguía rigiendo fuertemente las edificaciones de la época. A pesar de ello, arquitectos como Frank Lloyd Wright se negaban a seguir la ligereza y racionalidad del diseño en las edificaciones, tratando de recuperar la relación que se había perdido entre la arquitectura y el contexto ambiental, a lo que llamaban arquitectura orgánica. Gracias a estos indicios se mantenía latente la práctica bioclimática.

La vivienda en serie hoy en día, ha perdido coherencia en su diseño exterior, específicamente al diseño volumétrico con un sentido funcional climático, dejando atrás el discurso bioclimático de diseño pasivo.

Sin embargo, una de los impedimentos de aplicar el diseño bioclimático en las casas en serie es el diseño de su orientación, ya que como vimos anteriormente, los terrenos condicionan su orientación de acuerdo a la traza urbana, respetando una orientación complicada en ocasiones para muchas de las casas. Si bien, el diseño bioclimático nos brinda estrategias para orientaciones complicadas, no se podría seguir construyendo en serie ya que se presentarían prototipos diferentes de vivienda de acuerdo a la orientación del terreno.

Con lo anterior nos damos cuenta que la traza urbana es una fuerte condicionante y limitante para la construcción bioclimática en las casas en serie, ya que, gracias a la forma, orientación, adosamiento, forma, tamaño y reglamento, **no se puede diseñar con un mismo prototipo que aplique para todas las viviendas.**

Ahora bien, **si seguimos la misma estrategia de orientación de las calles con respuesta a los terrenos de las viviendas que seguían las antiguas civilizaciones, se puede generar una misma tipología respetando mismas volumetrías y diseño pasivo en cada una de las fachadas**, ya que todas responden al mismo prototipo de vivienda, ayudando a que el sistema de vivienda en serie continúe, pero que esta vez sea **vivienda en serie bioclimática.**

Se busca mejorar la calidad térmica del ambiente interno de los espacios de la vivienda en serie controlando la radiación solar directa, esto a través de su orientación en relación al terreno y la urbanización.

Aunado al carente diseño de la traza urbana la relación al Sol, el producto de una vivienda en serie es un diseño único repetido en número, repetición que no considera el diseño solar de la vivienda, así como la dimensión en sus fachadas y ventanas de acuerdo a la orientación de cada unidad, existiendo un caos y perdiendo completamente el sentido de orientación de la vivienda. En el cual encontramos fachadas sin ningún tipo de protección solar en las ventanas ni algún

elemento que bloquee la incidencia solar, provocando que exista un sobrecalentamiento al interior de los espacios. Siendo entonces el mismo tipo de fachada dispuesta a todas las orientaciones sin criterios bioclimáticos.

Beneficios de la construcción de vivienda en serie

La vivienda en serie es un sistema de construcción que, si bien fue empleado desde el imperio romano, tuvo un mayor auge a raíz de la revolución industrial y poco después de la segunda guerra mundial, la cual pudo satisfacer la demanda de un hogar a las familias, además de obtenerla a bajo costo.

Hoy en día la vivienda en serie se ha convertido en un beneficio para ambas partes, tanto el desarrollador de vivienda como el comprador, ya que por una parte el desarrollador al tener un mismo molde de diseño en la vivienda, puede disminuir sus costos de construcción, ya que en él puede obtener materiales bien definidos y cuantificados lo cual genera un control que permite evitar una merma o desperdicio del material, y si así lo hubiera el desperdicio se podría utilizar en el siguiente modelo ya que es el mismo material.

Así como en la cuantificación de materiales, el ahorro es significativo en varios de los procesos constructivos. Por ejemplo, en el proceso estructural al construir las primeras zapatas, los obreros conocen ya las medidas y formas de la cimentación, lo cual les ayudara para armar las siguientes cimentaciones y poder ser más ágiles, encontrando una mejor y más rápida manera de hacerlo. Otro ejemplo es el material de encofrado, ya que al obtener el material para encofrar el concreto y ajustarlo en medidas, a diferencia de una casa convencional que no es en serie, en estas se puede reutilizar de acuerdo la vida de la madera o bien el molde fabricado, ya que no solo será utilizado para un solo uso, si no para varios del mismo tipo.

En otro de los casos en los acabados como en cancelerías y carpinterías, por ejemplo, ya que en ambos casos el tamaño de puertas y ventanas se replica el

número de veces de las casas que serán construidas, lo cual ayuda a comprar en volumen y obtener un mejor precio por mayoreo.



Ilustración 78: Construcción de obra negra de casas en serie, (habitissimo, 2019).

Con lo descrito anteriormente nos podemos dar cuenta como constructivamente el desarrollador de vivienda puede tener un ahorro significativo en la construcción de viviendas en serie gracias al alto volumen de insumos que se obtiene, permitiéndole un ahorro tanto en materiales como en tiempos de obra. Se puede comparar con una línea de producción de un vehículo, en donde la producción tiene un ritmo el cual se puede mantener y mejorar al ser repetitivo en una mayor cantidad de veces. Al igual que la compra de materiales o molduras del vehículo, entre más cantidad se produzcan o compren a proveedores externos disminuye el precio por unidad de producto.

Por ello, además de beneficiarlo a él, puede llegar a beneficiar a las familias que adquieren su vivienda, ya que, al poder optimizar costos de obra, se puede ser más competitivo en el precio a la venta y este puede ser más bajo.

Por otra parte, las familias prefieren en ocasiones comprar una casa ya construida, ya que se les facilita el tener el producto terminado y entregado en cierta fecha,

que el preferir contratar un arquitecto particular que le pudiera demorar un poco más la entrega de la casa por el proceso constructivo y evitar tensiones a lo largo del proyecto y ejecución.

Problemas de la construcción de vivienda en serie

Bioclimáticamente hablando, la vivienda en serie es una aberración de diseño. Si bien el diseño bioclimático nos habla de la adaptación de la edificación al medio ambiente, procurando una orientación óptima de acuerdo al clima del lugar. Sin embargo, las viviendas en serie no responden a la orientación, es decir, que existe el mismo modelo de vivienda y este se encuentra orientado de distinta manera, lo cual nos habla que no existe un estudio de envolvente, volumetría, selección de ventanas ni control solar, ya que el Sol impacta desde un mismo punto a todas las casas por igual, pero estas reciben la radiación de manera diferente.



Ilustración 79: Patios traseros de casas en serie en obra negra. (Cabecera, 2019)

La organización de los terrenos no es óptima de acuerdo a la orientación de las viviendas. Como vemos en la **Ilustración 78** se ven los patios traseros en los cuales existe la misma configuración volumétrica en fachadas y el mismo tamaño

de ventanas, cuando debería de tratarse de fachadas totalmente distintas debido a la orientación, del lado izquierdo vemos como la fachada está totalmente sombreada a diferencia de la fila de casas de la izquierda, donde está recibiendo directamente la radiación solar.



Ilustración 80: Casas en serie con diferente orientación. (El Diario de Coahuila, 2019)

En la ilustración 79 vemos otro ejemplo, en este caso hablamos de la fachada principal de dos filas de viviendas con la misma configuración volumétrica de fachada y la misma superficie de ventanas en diferente orientación. Si vemos del lado izquierdo la radiación es directa en la fachada, y aun así no tiene ningún sistema de control solar sobre las ventanas que lo controle. Del lado derecho vemos que a la misma hora del día no se encuentra bajo ningún estrés solar en su fachada.

Gracias a estos ejemplos podemos observar como las mismas habitaciones con el mismo diseño de casa tendrán un grado de temperatura distinta, debido a la orientación de la vivienda.

En ambos casos podemos darnos cuenta que no existe un diseño que pueda integrar distintas orientaciones de la vivienda y que esta responda de la misma manera para poder lograr un mismo bienestar térmico logrado por el diseño solar.

La traza urbana en relación con la vivienda en serie

La traza urbana se ve afectada por la tipología de las viviendas en serie, ya que como vimos en párrafos anteriores, la traza es importante para el correcto ambiente natural dentro de la vivienda relacionándolo con el Sol, el cual se ha utilizado de manera satisfactoria desde la época de los romanos. Sin embargo, actualmente la traza no responde a la orientación de la vivienda, la cual carece de una orientación solar adecuada.



Ilustración 81: Ejemplo de edificación horizontal en serie, con una traza urbana no orientada al movimiento solar. Fotografía: Ricardo Gómez Garrido www.fotoaereamexico.com

Como se describe en los párrafos anteriores, el diseño de las viviendas no se lleva a cabo respetando una orientación. Sin embargo, se puede tratar de entender que exista este error de diseño, ya que si bien hablamos de la vivienda en serie trae consigo varios beneficios, no se trata de acabar con ella, si no de alguna manera mejorarla.

Tomando en cuenta que cada una de las casas debe mantener una misma tipología y diseño para poder mantenerse el mismo rendimiento de producción y continuar con la disminución de costo de construcción por volumen, se debe encontrar una solución que corresponda el mantener un mismo diseño en todas las casas con la misma incidencia solar en cada una de ellas.

Recordemos que la bioclimática nos habla de una relación de la vivienda con el medio ambiente, pero en estos casos dicha relación se dificulta ya que, al hablar de una urbe, sabemos que los predios de las viviendas están totalmente condicionadas a condiciones urbanas, principalmente por el trazado urbano.



Ilustración 82: Trazado urbano de un fraccionamiento con casas en serie en Irapuato, México.

Como se muestra en la ilustración 81 los predios de la vivienda están localizados de manera aleatoria, se ve que no se respeta algún patrón en común, únicamente respetan **el trazado de las calles**. Si recordamos lo descrito al inicio en el marco teórico, desde los egipcios y posteriormente los romanos mantenían un trazado

urbano regular y ortogonal, que orientaba todas las casas de la misma manera, pudiendo mantener una misma tipología dentro de la vivienda, prácticamente con una misma composición en diseño y fachadas que servía para mantener un control solar en las viviendas.

De esta manera, la radiación del Sol se optimiza por igual a todas las casas, y al ser una casa en serie, esta puede mantener el mismo diseño y fachadas ya que respeta una misma orientación.

En los últimos años México ha tenido un aumento con el consumo energético debido al uso de estrategias mecánicas y no sustentables para obtener ambientes frescos en épocas de calor en los hogares (Sánchez & Maqueda, 2008), esto nace a raíz de un mal planteamiento de diseño arquitectónico en los edificios al no hacer un uso razonable del medio ambiente que favorezca al edificio; como el uso de sistemas constructivos mal empleados; envolventes térmicas deficientes y nula protección en envolventes y ventanas provocan el aumento de temperatura en los espacios interiores desmejorando la habitabilidad en la vivienda (Sisevive Ecocasa, 2014).

IV. 2 Análisis de comparación descriptiva

En esta parte del capítulo se analizarán cinco propuestas de prototipos de viviendas solares, con carácter bioclimático y sustentable, proyectadas por diferentes grupos en distintas ubicaciones, las cuales aportan nuevas ideas de diseño, soluciones, mecanismos, concepto y avances en el tema de la vivienda en serie.

Concursos de vivienda sostenible a nivel internacional: una oportunidad de prototipo, investigar y probar. Caso de estudio Solar Decatlón

Existen iniciativas de creación de prototipos de viviendas solares a nivel internacionales. La simulación de vivienda, la aplicación de un conjunto de estrategias y soluciones permite evaluar la reducción de del consumo de energía para mantener el bienestar de las personas al interior a lo largo del año. Estos concursos son una oportunidad para el intercambio de información y un foro de transmisión de conocimientos e innovación en las viviendas solares.

El **Solar Decathlon** es una competencia internacional a nivel universitario de carácter multidisciplinario, educativo y de investigación nacida en 2002 y creada por el Departamento de Energía del Estado (DOE) de EE. UU. Basado en el prototipado de edificaciones que respondan a la mejora del comportamiento humano en viviendas sustentables mediante un concepto de núcleo de vivienda con aditamentos tecnológicos medioambientales.

En esta competencia los estudiantes tienen el desafío de diseñar y operar una casa a escala completa, innovadora y sostenible capaz de explotar como única fuente de energía la radiación solar y medio circundante ambiental como su única fuente de energía. Junto con el diseño pasivo y domótica deben ser capaces de crear una vivienda con un mínimo o nulo coste energético.



El objetivo de la competencia es promover la investigación y la educación en la arquitectura sostenible y los campos de energía solar, diseñando un edificio de vivienda adecuado para producir una casa con energía solar que sea rentable, energéticamente eficiente y atractiva (Energy, 2017).

Ilustración 83: Logo de solar decathlon Estados Unidos. Fuente: solardecathlon.gov

El concurso tiene 4 objetivos principales:

- Uso de energías renovables.
- Eficiencia energética.
- Fomentar uso de energía solar.
- Demostrar prestación de la vivienda.



SOLAR DECATHLON
LATIN AMERICA & CARIBBEAN 2015

Ilustración 84: Logo del solar decathlon latin america. Fuente: solardecathlon.gov

Alguno de estos prototipos han sido desmontados del concurso para exhibirse como modelos de apoyo a la investigación continuando con su experimentación (Trigos, 2017).

En la competición se evalúan diez puntos, cada certamen modifica la rúbrica de



sd europe

Ilustración 85: Logo del solar decathlon europa. Fuente: solardecathlon.gov

evaluación de acuerdo con los objetivos que se desean obtener de cada competición y sobre todo a las necesidades de geográficas y sociales de cada localidad.

Se hará una selección de rúbricas de evaluación de las tres competiciones, de las cuales han sido elegidas para ayudar a resolver el problema de investigación.

El SD nos permitirá desglosar aquellos aditamentos de protección solar que hayan sido probados de manera eficiente en los prototipos de vivienda, pudiendo crear un concentrado de estrategias e innovación en el tema de protección solar sobre las envolventes que nos ayuden a crear un nuevo sistema adaptable en la vivienda para distintos ambientes.

Matriz comparativa Solar Decathlon

El análisis comparativo se realizará utilizando los últimos certámenes del concurso *Solar Decathlon* Europa, Latinoamérica y Estados Unidos, del cual se analizarán los prototipos con mayor puntuación en todos los rubros, con ello lograr extraer innovaciones, estrategias y nuevas propuestas en vivienda viables usadas en el control solar.

A través de una matriz comparativa se analizará con el mismo criterio calificativo a cada uno de los prototipos, al finalizar se evaluará y analizarán las ventajas y desventajas de cada una de ellas y poder innovar en un sistema único y perfectible. De los tres certámenes se seleccionaron cuatro pruebas; Arquitectura, Ingeniería y Construcción, Eficiencia energética e innovación y sostenibilidad. Estas pruebas servirán para obtener un criterio que nos permita obtener

respuestas más objetivas en el diseño del sistema, como aplicarlo a la vivienda y sobre todo al sistema urbano.

Prototipos Seleccionados

El análisis comparativo se hará bajo un mismo criterio, se utilizará la escala *Likert*, en la cual se propondrán en cada una de los rubros de medición dos posturas extremas, en la cual se dará una puntuación de acuerdo a la importancia en la medición.

Se utilizará el criterio de datos nominales, el cual evalúa la medición más débil que representa cada categoría numerada del 1 al 4, recibiendo con puntuación de 1 aquel con menor relevancia y con 4 aquel con mayor relevancia, según sea el caso de medición y manteniendo este criterio en todas las evaluaciones para mantener una simetría en categorías positivas y negativas.

ARQUITECTURA

En la parte de arquitectura se hará un análisis de los sistemas de control solar en cuanto a su relación con la envolvente, orientación, geometría y concepto arquitectónico, mediante una organización conceptual arquitectónica en coherencia, viabilidad, relación de tecnologías y estrategias bioclimáticas,

Estrategias bioclimáticas de control solar en todo el año

Se hará una calificación de las estrategias bioclimáticas en cuanto a la funcionalidad en las temporadas del año más críticas en cuanto a temperatura y radiación solar.

Se hará una calificación de las estrategias de control solar aplicadas en diferentes épocas del año más críticas en cuanto a temperatura y radiación solar; invierno y verano, midiendo su efectividad tanto de día como en la noche.

Partiendo de la premisa en donde en el diseño bioclimático es más difícil obtener un confort térmico por las noches durante el invierno debido a la baja radiación solar obtenida, se considerará una mayor puntuación al prototipo que logre ese estado.

1	2	3	4
La estrategia bioclimática de control solar logra mantener el confort térmico durante el día en verano.	La estrategia bioclimática de control solar logra mantener el confort térmico durante el día y la noche en verano.	La estrategia bioclimática de control solar logra mantener el confort térmico durante el día en verano e invierno y por la noche en verano.	La estrategia bioclimática de control solar logra mantener el confort térmico en el día y la noche durante el verano e invierno.

Tabla 1: Evaluación de eficiencia energética a lo largo del año. Elaboración propia.

INGENIERÍA Y CONSTRUCCION

Sistemas activos de protección solar integrados en la envolvente

Se analizará el sistema de protección solar mediante la usabilidad y mecanismos móviles que se articulen a las distintas épocas del año; tanto en el aprovechamiento como en la protección de la radiación solar.

La disposición activa del sistema de control solar se considera de funcionalidad de acuerdo al grado de movilidad y adaptación al horario de acuerdo a la incidencia solar.

Se considerará con la mayor puntuación aquel sistema de control solar que sea capaz de responder de manera autónoma al control solar mediante su movimiento, por el contrario, será de menor puntuación aquel que mantenga únicamente una disposición de control del sol.

1	2	3	4
No posee ningún sistema de control solar activo.	El sistema de protección solar es movable manualmente.	El sistema de protección solar es movable mecánicamente con la intervención del habitante.	El sistema de protección solar es móvil de manera autónoma (sin intervención del habitante).

Mecanismos y detalles constructivos del sistema de control solar doméstico

Aquí se analizarán sin contar con una puntuación los mecanismos y procedimientos constructivos utilizados en los sistemas de control solar, así como la calidad y coherencia en la selección de materiales con el concepto, detalles bien

Tabla 2: Evaluación de SCS móvil concebidos e implementación arquitectónica.

**R
h
o**

EDICIÓN DEL SOLAR DECATHLON	Solar Decathlon Europa 2014
EQUIPO (UNIVERSIDAD)	Universidad de Roma
PROYECTO	Rh0ME
PAÍS	Italia

<p>POSICIÓN EN EL CONCURSO</p>	<p>1° lugar general. 1° en: Eficiencia Energética, Comunicación y conciencia social, favorita del público, balance de energía eléctrica; 2 ° en Sostenibilidad, Green Building Council e innovación, 3 ° en Ingeniería y construcción.</p>
<p>IMAGEN DEL PROTOTIPO</p>	 <p><i>Figura 1: Foto realismo prototipo Rh0ME [9].</i></p>

ARQUITECTURA

OBJETIVO: Evaluar la efectividad e integración de los sistemas de control solar; coherencia conceptual de los sistemas de control solar; integración de los sistemas de control solar en la envolvente y la geometría del edificio; efectividad higrotérmica del SCS.

2. Integración arquitectónica

1. Coherencia de los sistemas conceptual de control solar en la envolvente y geometría de la vivienda.

- **CONCEPTO:** Siguiendo el concepto de ciudades y casas compactas de *Smart Cities*, el diseño es configurado en un conjunto de viviendas verticales multifamiliares.
- El prototipo participante se encuentra en el último piso, permitiendo mayor superficie de contacto solar por el techo (Figura 2).
- **Las logias y su protección solar (Figura 5)**
- **El sistema de regulación térmica** se desarrolla a través de dos espacios tipo **logia**, acompañados con un **SCS** en el espacio, regulable con la luz solar y sombra.
- **Nor-este una logia que se relaciona directamente con la habitación sala y comedor; al**
- **El SCS se integra al concepto de logia** respetando tipología y concepto arquitectónico.
- El mecanismo tecnológico es activo y permite ciertos espacios adecuados a diferentes tiempos del día (Figura 3).
- **Sur-este un pórtico como acceso principal con un toldo protector del sol en esa cara de la vivienda.**
- **Las fachadas de la vivienda se relacionan con la logia para mantener un intercambio de la temperatura del aire generada en ese espacio.** En el siguiente esquema se muestra la distribución de los elementos constructivos de esta misma protegida espacio de
- **Nor-oeste parte de funciona sala-como encuentran: elemento constructivo únicamente se proporciona por la parte exterior**
- **El SCS que protege**

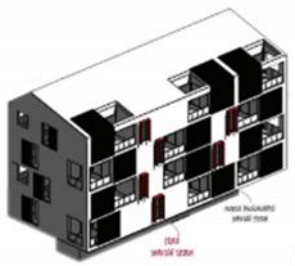


Figura 3: Apertura y cierre



Figura 6: Logia de la fachada Sur-Oeste, con el SCS de paneles Fotovoltaicos [9]

Figura 4: Distribución

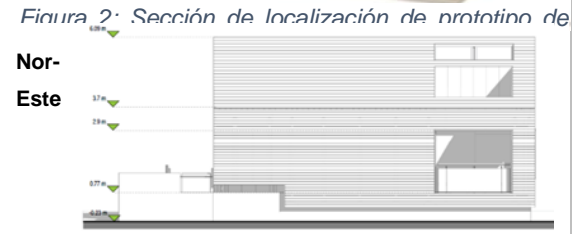
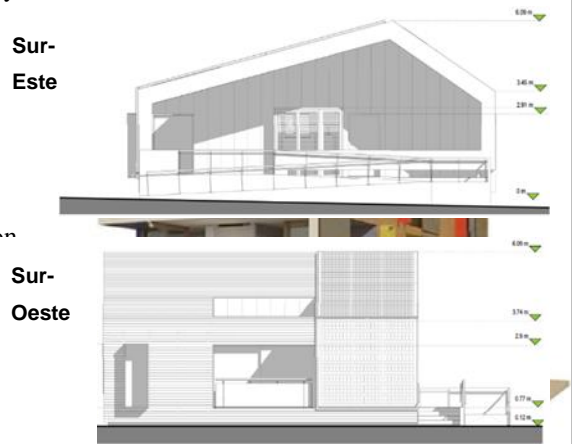


Figura 5: Fachadas [9].



Este espacio puede variar su uso a oficina de acuerdo a la

- La logia se basa en la interacción entre el interior y exterior para mantener la temperatura.
- La logia percibe la radiación solar para calentar el espacio y el aire en él. Su interacción con los demás espacios permite un intercambio térmico.
- La logia genera sombra para mantener el espacio fresco y evitar que el aire se caliente, y así mantener los espacios frescos.
- La logia propuesta en este sistema se basa en dos aperturas, una en la parte superior en el techo inclinado y otra en de manera vertical en la fachada, ambas protegidas por el mismo SCS (Figura 7).

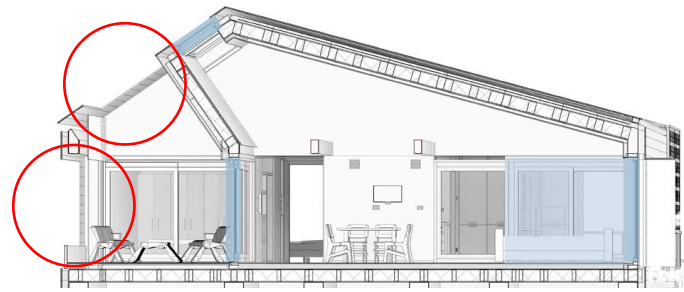


Figura 7: Sección de detalle de apertura en logia [9].

VERANO DE DÍA: Se evita el sobrecalentamiento de espacios gracias al sombreado producido en las logias. También se ajusta

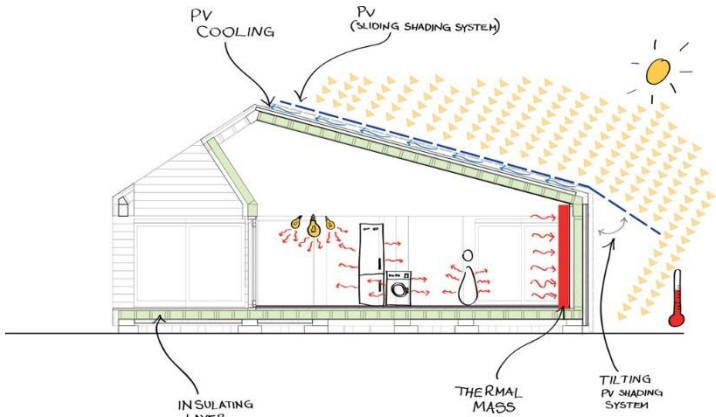


Figura 8: Corte esquemático de funcionamiento de estrategias bioclimáticas de día en verano [9].

en diferentes ángulos para permitir ventilación e iluminación al interior. El SCS móvil protege el techo de la radiación solar por la extensión de los paneles solares (Figura 8).

VERANO DE NOCHE: Por la noche permite la ventilación expulsando la masa térmica de los espacios como se muestra en la (Figura 10).

3. Efectividad higrotérmica del SCS

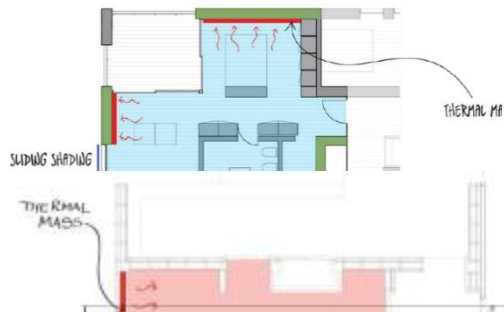


Figura 10: Espacios internos beneficiados por el intercambio térmico de las logias en verano [9].

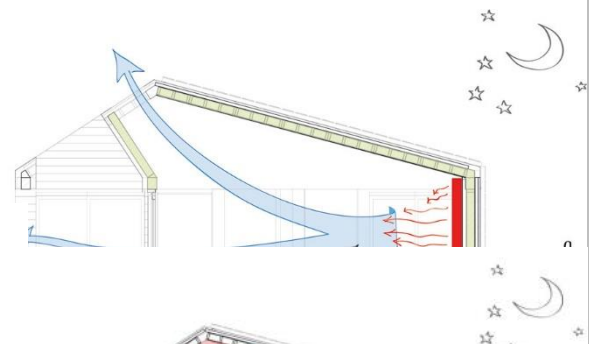


Figura 9: Corte esquemático de expulsión de aire caliente durante la noche [9].



Figura 13: Masa térmica contenida en espacios interiores por ganancias de calor en logia y cubierta [9].



Figura 12: Corte esquemático de contención de aire caliente y masa térmica en el interior [9].

DURANTE EL INVIERNO: El SCS se abre permitiendo que la logia se caliente por el sol, creando un calentamiento del aire y que este caliente los espacios (Figura 13).

INVIERNO DE NOCHE: Se mantienen los espacios calientes al guardar la masa térmica y aire caliente obtenida durante el día al permanecer cerrados los espacios interiores

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO: Evaluar el diseño del SCS a través de; el sistema mecánico; movilidad de los sistemas; y sistema domótico.

1. Sistema mecánico de control solar.

- El SCS se recarga sobre el techo inclinado, este a su vez por medio de rieles (Figura 14) se desplaza hacia los lados hasta llegar a la logia (Figura 15).
- Una vez cerrada la logia, la parte vertical del SCS que cubre el muro puede abatirse angularmente hasta 75° (Figura 16).



Figura 16: Detalle constructivo y movimiento angular del SCS [9].

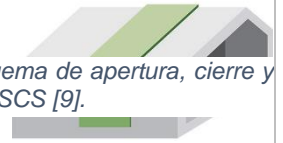
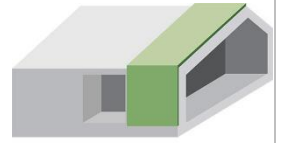


Figura 14: Esquema de apertura, cierre y movimiento del SCS [9].

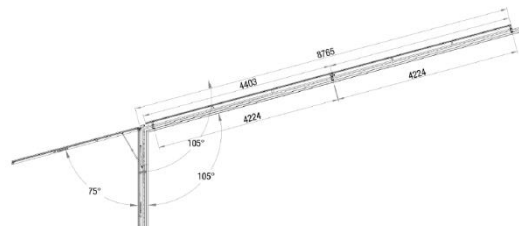
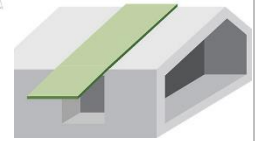


Figura 15: Detalle constructivo de la pila en el SCS [9].



2. Movilidad y domótica de los sistemas de control solar.

- El SCS activo está formado por tres tableros principales (Figura 18); el tablero A desplaza todo el sistema sobre el techo; el tablero B es el que se abate hacia arriba para generar sombra o mantenerse cerrado; y el tablero C es sirve para sostener el tablero B al momento de abrir, así como rigidizar la escuadra de los 3 marcos.
- En la parte inferior (Figura 17) se muestra un corte de las 3 configuraciones a las que el SCS se adapta.

Figura 18: Partes del SCS [9].

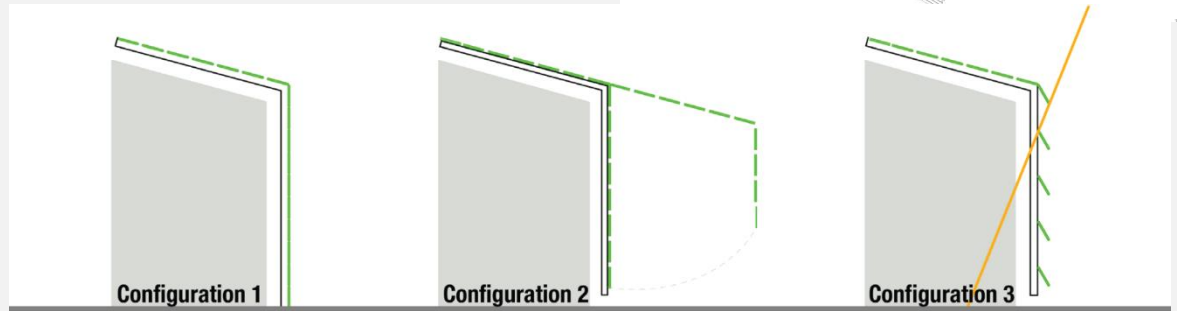
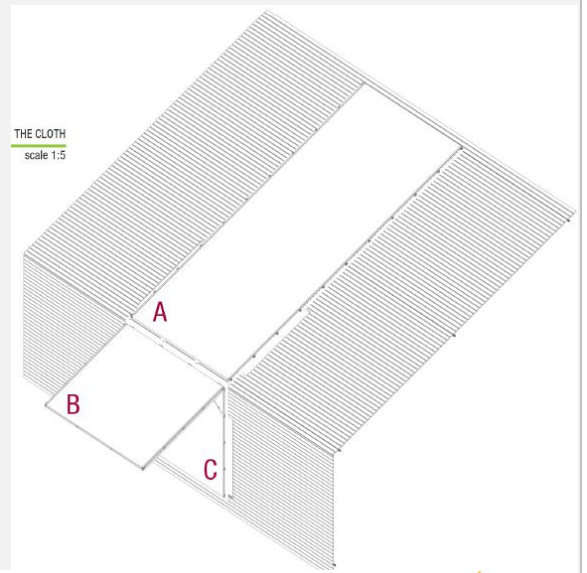


Figura 17: Movimiento de acuerdo a la condición solar del SCS [9].

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE FICHA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN.

EVALUACIÓN	1	2	3	4
1. Arquitectura				
2. Ingeniería y construcción				
TOTAL	8			

C A S A P	EDICIÓN DEL SOLAR DECATHLON	Solar Decathlon Europa 2012.
	EQUIPO (UNIVERSIDAD)	Universidad de Sevilla, U. de Jaén, U. de Málaga.
	PROYECTO	CASA PATIO
	PAÍS	España
	POSICIÓN EN EL CONCURSO	2° lugar general. 1° en: Eficiencia Energética, Comunicación y conciencia social, favorita del público, balance de energía eléctrica; 2° en Sostenibilidad, Geen Buildin Council e innovación, 3° en Ingeniería y construcción.
IMAGEN DEL PROTOTIPO	 <p><i>Figura 19: Fotorealismo de prototipo Casa Patio [9].</i></p>	

ARQUITECTURA

OBJETIVO: Evaluar la efectividad e integración de las estrategias bioclimáticas; coherencia conceptual de los sistemas de control solar; integración de los sistemas de control solar en la envolvente y la geometría del edificio; efectividad higrotérmica del SCS.

1. Coherencia conceptual de los sistemas de control solar.

- **CONCEPTO:** Configuración de un patio tradicional mediterráneo que relaciona la vivienda con el clima.
- **REINVENTANDO EL CONCEPTO:** Los espacios se configuran alrededor del patio como se muestra en la Figura 20, en este prototipo se encuentran cuatro módulos habitacionales a manera de islas flexibles.
- **SCS:** El patio contiene un **SCS** que en temperaturas bajas se abre dejando entrar el sol y por el contrario con temperaturas elevadas se cierra creando sombra.
- **INTEGRACIÓN CONCEPTUAL:** El patio integra el concepto arquitectónico con los mecanismos de eficiencia energética. El **SCS** del patio respeta la tipología arquitectónica con la ventaja de poseer mecanismos regulatorios naturales con la luz solar y sombra.

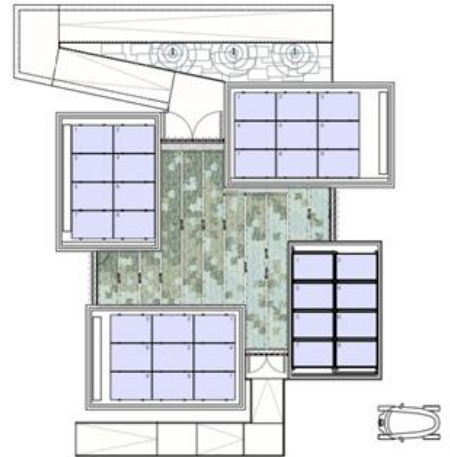
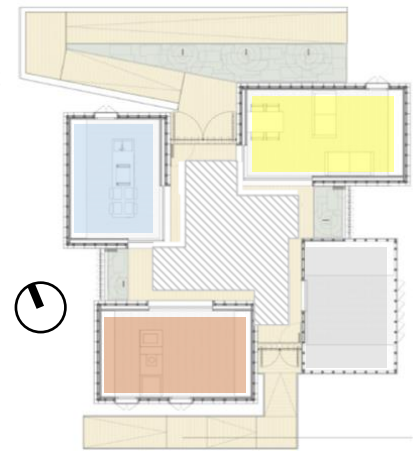


Figura 20: Planta de conjunto donde se aprecia la integración del SCS con los módulos habitacionales [9].

- Las condiciones ambientales de los patios vernáculos; soleamiento, sombra, ventilación, humedad y enfriamiento evaporativo, se recrean en este prototipo con medios tecnológicos avanzados.

LIVINGROOM
 KITCHEN
 BEDROOM
 TECHNICAL BOX
 TECH PATIO



- El SCS principal se encuentra en la cubierta y es llamada “parra tecnológica”. Es un sistema de doble piel (Figura 21), una de vidrio y otra de aluminio en forma de lamas, que adecua su movimiento a las condiciones térmicas adaptables a cada estación del año; sombra ventilada y espacio solar.
- Entre los módulos habitacionales se encuentran ventanas de piso a techo protegidos por el mismo SCS que la cubierta.

Figura 21: Distribución de espacios [9].

- Distribución de ventanas y protección solar en los módulos habitacionales (Figura 22); al norte dos habitaciones, sala-comedor y cocina; al este el cuarto de máquinas permitiendo únicamente el sol de la mañana; al sur el dormitorio con dos ventanas; al oeste colindan la cocina y el dormitorio, pero ambas sin ventanas ya que es la orientación más perjudicial. Todas las ventanas se encuentran protegidas por un sistema abatible vertical similar al de la cubierta (Figura 24).

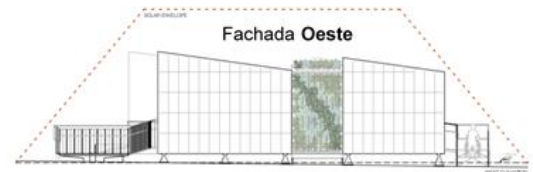


Figura 22: Fachadas Casa Patio [9].

2. Integración arquitectónica de los sistemas de control solar en la envolvente y geometría de la vivienda.



Figura 23: Protección solar en fachada vertical en módulos habitacionales [9].

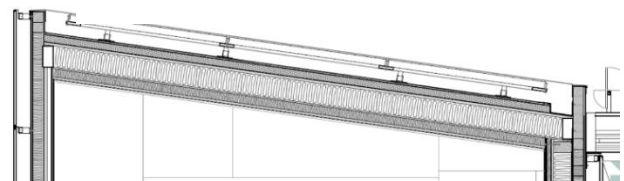


Figura 24: Corte de los módulos habitacionales para representar el bloqueo solar de los paneles fotovoltaicos [9].

- Contiene calentadores solares y paneles fotovoltaicos que estratégicamente ayudan a bloquear el sol en el techo de los módulos habitacionales (Figura 26).
- Los muros adaptan la altura de sus pretilas al ángulo de inclinación de los sistemas solares integrándose a la geometría arquitectónica del edificio (Figura 25).

3. Efectividad higratérmica del SCS

- **El Patio** como amortiguador térmico, **interactúa con el exterior e interior permitiendo distintos estados térmicos con ayuda de distintas estrategias bioclimáticas.**

- **VERANO DE DÍA:** Protege la incidencia solar en ventanas y cubierta gracias a las lamas en su segunda piel que igual aporta en dejar salir las ganancias de calor al mantenerse abiertas circulando el aire.

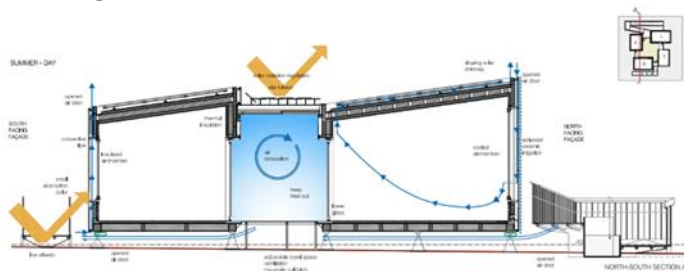


Figura 26: Esquema de acondicionamiento pasivo en verano de día [9].

- **VERANO DE NOCHE:** Las lamas se abren en la parte superior para dejar salir el aire caliente del interior manteniendo una recirculación de aire.

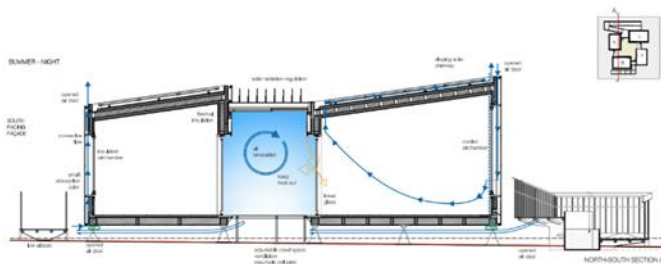


Figura 27: Esquema de acondicionamiento pasivo en verano de noche [9].

- **INVIERNO DE DÍA:** Permite la radiación solar durante todo el día para calentar los espacios y el aire al interior.

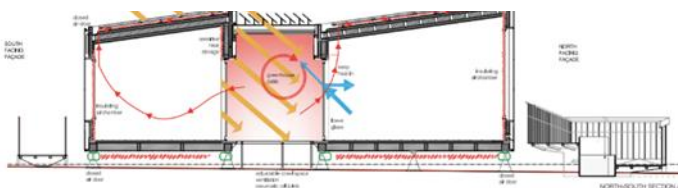


Figura 28: Esquema de acondicionamiento pasivo en invierno de día [9].

- **INVIERNO DE NOCHE:** Se hermetiza el patio para mantener el calor generado por el sol durante el día, haciéndolo permanecer a lo largo de la noche.

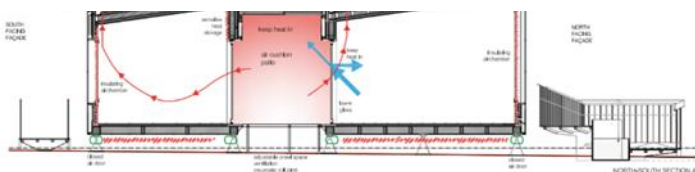


Figura 29: Esquema de acondicionamiento pasivo en invierno de noche [9].

- El vidrio y cubierta de protección solar adaptan su apertura y cierre a las condiciones meteorológicas existentes en cada estación, suponiendo que el ratio entre la superficie de la fachada y el volumen varía un rango de 1,4 en verano a 1,0 en invierno, de forma que el habitante será el que regule la vivienda para conseguir la temperatura óptima deseada.

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO: Evaluar el diseño del SCS a través de; el sistema mecánico; movilidad de los sistemas; y sistema domótico.

- Las lamas móviles del SCS se apoyan de un sistema mecánico giratorio que les permite moverse angularmente de acuerdo al requerimiento solar en el espacio.
- El SCS vertical (Figura 31 y 33) entre la separación de los módulos se rota de la misma manera que el de la cubierta, en la imagen #6' se muestra un detalle constructivo del sistema de lamas.
- La envolvente horizontal (cubierta) del patio módulos habitacionales. **La protección solar** recortado con forma de hoja de parra y fijado :



Figura 30: Detalle de lamas en la envolvente en sección [10].

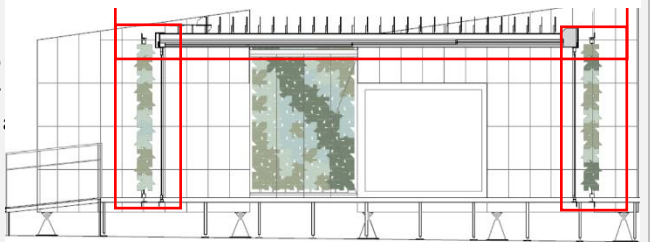


Figura 32: Detalle de apertura de lamas en la envolvente en sección [10].

1. Sistema mecánico de control solar.



Figura 31: Detalle constructivo del SCS [10].

N ei g h	EDICIÓN DEL SOLAR El SCS tiene un motorizadas controla el movimiento	Es	 <p>Figura 33: Esquema de mecanismo de lamas [9].</p>
	lidad y domotica de los sistemas de control solar.	<ul style="list-style-type: none"> Sombreamiento en el patio. Gracias a sensores y bus KNX que permiten conocer en tiempo real la temperatura exterior, interior y posición solar, envían datos al software ayuda a medir su apertura para permitir ventilación y protección solar sin disminuir la iluminación natural. El sistema domótico permite gobernar la climatización de manera progresiva haciendo permanecer al patio sombreado y ventilado en verano; y soleado y cerrado en invierno. La casa posee un módulo técnico donde se encuentra el cuadro general de domótica. En la Figura 35 se aprecia el movimiento sobre un mismo eje de las lamas. 	 <p>Figura 35: Abatimiento en cubierta [9]</p>
			 <p>Figura 34: Angulo de abatimiento de lamas [10].</p>

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE FICHA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN.

EVALUACIÓN	1	2	3	4
1. Arquitectura				
2. Ingeniería y construcción				
TOTAL			8	

EQUIPO (UNIVERSIDAD)	Swiss Living Challenge
PROYECTO	NeighborHub
PAÍS	Suiza
POSICIÓN EN EL CONCURSO	1° lugar general. 1° en: Arquitectura, Ingeniería, Agua, Salud y Confort, vida hogareña y energía; 2° lugar, Accesorios,; 3° lugar, Comunicaciones,
IMAGEN DEL PROTOTIPO	 <p data-bbox="773 947 1273 974"><i>Figura 36: Foto realismo casa NeighborHub [9]</i></p>

ARQUITECTURA

OBJETIVO: Evaluar la efectividad e integración de los sistemas de control solar; coherencia conceptual de los sistemas de control solar; integración de los sistemas de control solar en la envolvente y la geometría del edificio; efectividad higrotérmica del SCS.

- **CONCEPTO:** protección solar de **doble piel** para los espacios habitacionales, creando **pórticos** en las 4 orientaciones (Figura 38)
- Al interior los espacios se distribuyen alrededor de un espacio común y multifuncional.
- Las ventanas y muros del núcleo interno no tienen contacto con la radiación solar directa.
- El **SCS** principal es formado por la segunda piel, esta se abre y cierra para generar sombra o permitir la entrada del sol.

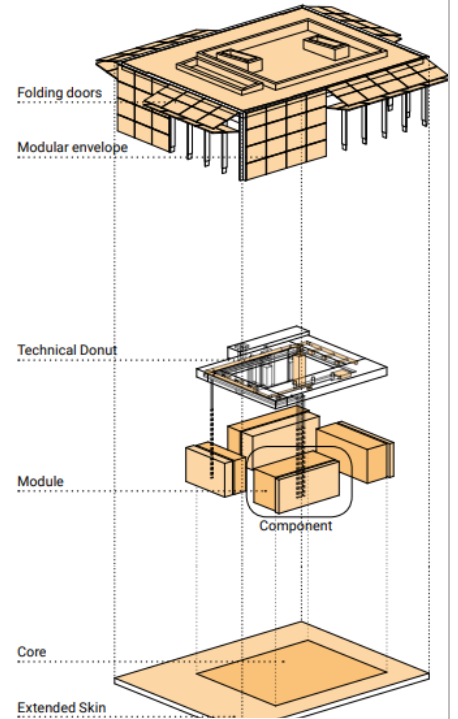


Figura 37: División conceptual de envolvente y doble piel [9].

1. Coherencia conceptual de los sistemas de control solar.

- En el esquema se muestra en planta la segunda piel que protege del sol la vivienda (Figura 39).
- El portico sirve además como un espacio para realizar actividades al aire libre.

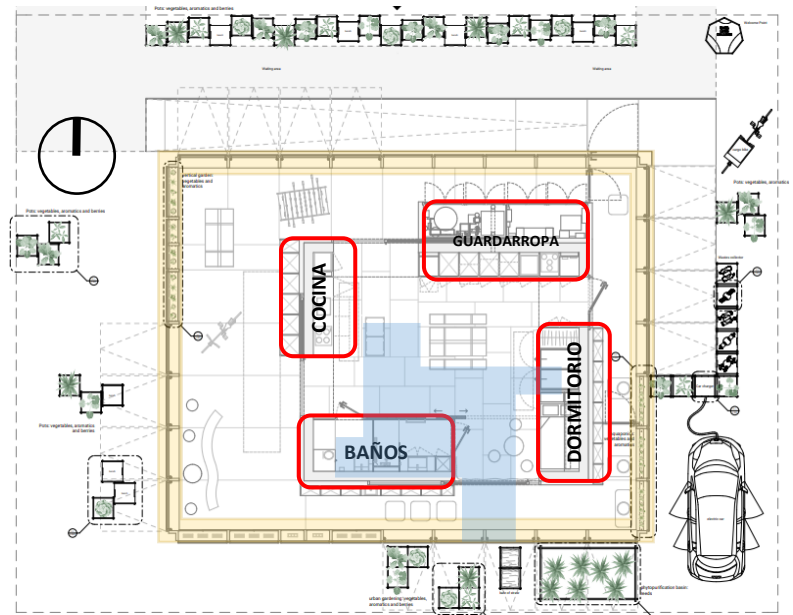


Figura 38: Ubicación de espacios en doble piel [9].

2. Integración arquitectónica de los sistemas de control solar en la envolvente y geometría de la vivienda.

- La segunda piel está pensada para aumentar el número de horas de confort térmico durante todo el año.
- La el SCS funciona a través de módulos que se abaten verticalmente proporcionando sombra al abrirse.
- Estos módulos funcionan como puertas y ventanas.
- Sur: el tramo de fachada más larga, se abren cinco módulos.
- Norte: Se abren cuatro módulos.
- Este: Se abren cuatro módulos.
- Oeste: En esta orientación se encuentra el espacio del pórtico con más espacio. En esta fachada se abren cuatro módulos.
- El SCS está formado por paneles

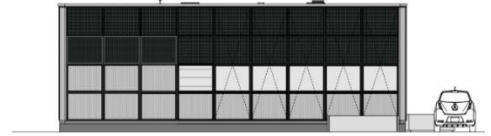
Este



Figura 39: Fachadas [9]

fotovoltaicos.

Sur



Norte



Oeste



- La doble piel es el principal regulador térmico de la vivienda. Cuando hay temperaturas altas se abre la segunda piel y durante el frío de cierra.
- El núcleo habitacional al interior genera un microclima al no tener un intercambio directo con el ambiente externo gracias al **SCS** ya que sirve como filtro y/o escudo solar (Figura 41).

VERANO: Se evita el sobrecalentamiento de espacios gracias al sombreado producido por los módulos abatibles. En el mismo pórtico

se encuentra un domo que sirve como expulsor de aire caliente en el pórtico.

INVIERNO: Se obtiene ganancia térmica de la radiación solar al mantener cerrada la segunda piel, la radiación solar entra por las ventanas y calienta el aire al interior del pórtico.

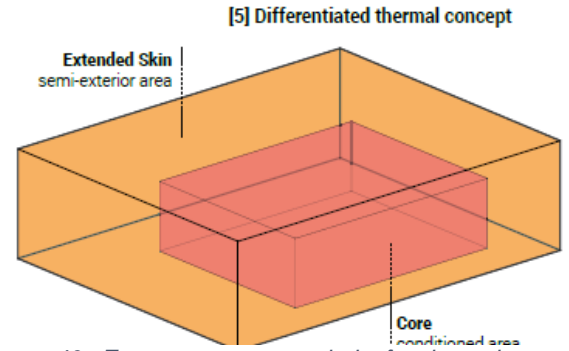


Figura 40: Esquema conceptual de funcionamiento de núcleo central térmico [9].

3. Efectividad higrotérmica del SCS

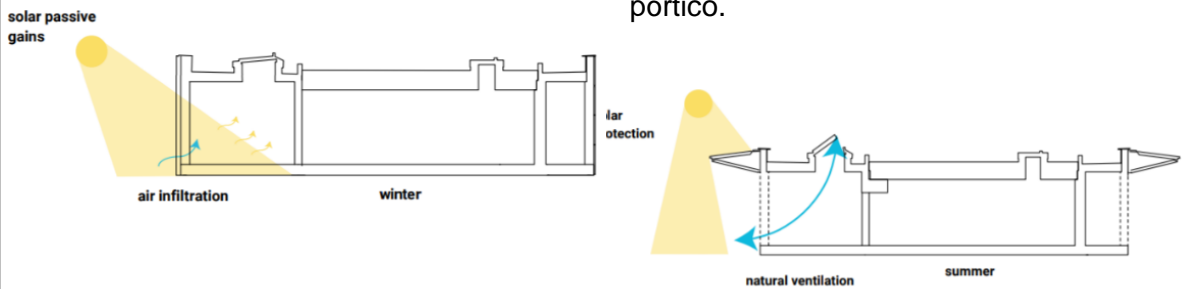


Figura 42: Acondicionamiento pasivo en invierno [9].

<p>2. Movilidad y domótica de los sistemas de control solar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estos módulos pueden abrirse a distintos ángulos según e requiera. • La apertura de los módulos es de manera manual por una sola persona. <p style="text-align: center;"><i>Figura 44: Foto del prototipo de muestra de apertura y cierre manual de segunda envolvente [9]</i></p>
--	---

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE FICHA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN.

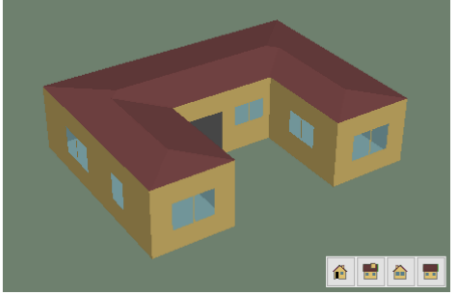
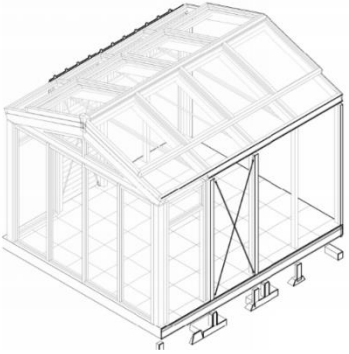
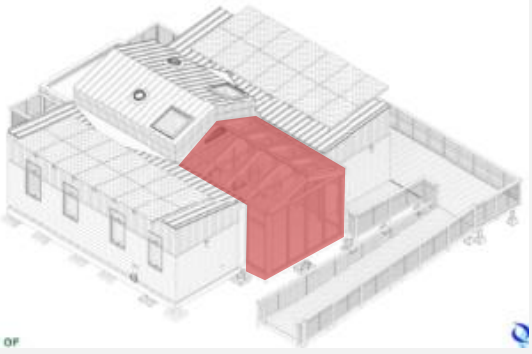
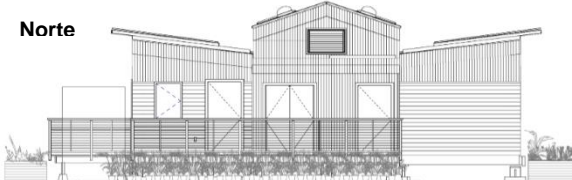
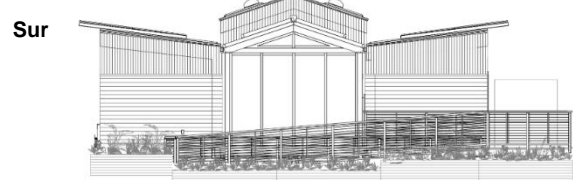
EVALUACIÓN	1	2	3	4
1. Arquitectura				
2. Ingeniería y construcción				
TOTAL	6			

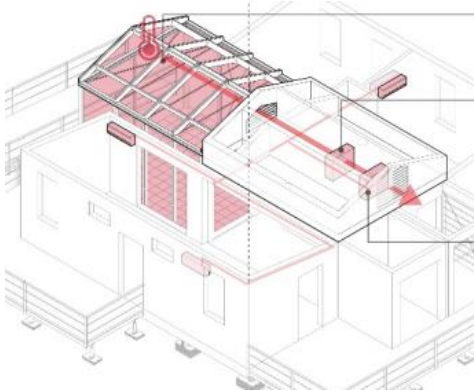
re A C	EDICIÓN DEL SOLAR DECATHLON	Estados Unidos 2017
	EQUIPO (UNIVERSIDAD)	Universidad de Maryland
	PROYECTO	reACT
	PAÍS	Estados Unidos
	POSICIÓN EN EL CONCURSO	2° lugar general. 2° lugar en Innovación
IMAGEN DEL PROTOTIPO		

Figura 45: Foto realismo de prototipo reACT

ARQUITECTURA


OBJETIVO: Evaluar la efectividad e integración de los sistemas de control solar; coherencia conceptual de los sistemas de control solar; integración de los sistemas de control solar en la envolvente y la geometría del edificio; efectividad higrotérmica del SCS.

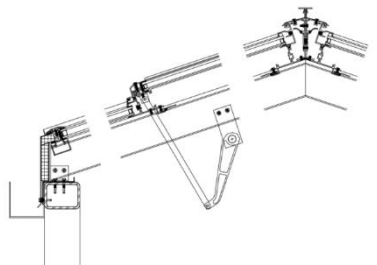
<p>1. Coherencia conceptual de los sistemas de control solar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CONCEPTO: El SCS principal se basa en un jardín, comúnmente utilizados en climas cálidos. tipo invernadero. • Todo comienza con el sol, por ello la geometría de la casa influye con el módulo central de irradiación solar. • INNOVACIÓN DEL CONCEPTO: La geometría del edificio en forma de U (Figura 47) permite que el jardín obtenga las características bioclimáticas de un patio, este se cierra con una piel en de vidrio creando una especie de invernadero llamado “Greencourt”. • Este espacio controla la incidencia solar potencialmente como regulador de temperatura. • Este es capaz de regular de forma pasiva el control solar, pudiendo aprovecharse en distintas épocas del año. 	 <p><i>Figura 46: Geometría conceptual del prototipo [9]</i></p>  <p><i>Figura 47: Isométrico del Greencourt</i></p>
<p>2. Integración arquitectónica de los sistemas de control solar en la envolvente y geometría de la vivienda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El SCS se centraliza en la parte del patio orientándose completamente hasta el sur y una superficie menor en la parte este y oeste del Greencourt. • La cubierta es a dos aguas, orientadas al este y oeste. 	 <p><i>Figura 50: Integración del Greencourt [9]</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="329 1459 917 1703"> <p>Norte</p>  <p><i>Figura 49: Fachada Norte [9]</i></p> </div> <div data-bbox="933 1459 1521 1703"> <p>Sur</p>  <p><i>Figura 48: Fachada sur [9]</i></p> </div> </div>

<p>3. Efectividad higrotérmica del SCS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El SCS del Greencourt utiliza el principio del efecto invernadero que tiene la capacidad de capturar calor. • La radiación incidente y las variaciones de temperatura del aire interior/externo se utilizan para determinar tasa de radiación necesaria a través de las ventanas. • INVIERNO: Se cierra el patio captando la mayor energía solar para calentar el aire y distribuir el calor a los espacios. • VERANO: La envolvente acristalada abre para ventilar y recircular el aire para que no se caliente. • Pruebas demuestran que este sistema aumento del 10 al 20% de eficiencia incluso para un cambio de temperatura de 4°C entre el ambiente exterior y el jardín. • Para la solventar la temperatura cálida sobre todo por las noches y en invierno, al calor producido durante el día es almacenado y distribuido por una bomba de calefacción a las demás habitaciones. 	 <p>Figura 51: Sistema de almacenamiento de masa térmica [9].</p>
--	--	--

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO: Evaluar el diseño del SCS a través de; el sistema mecánico; movilidad de los sistemas; y sistema domótico.

<p>1. Sistema mecánico de control solar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El espacio invernadero contiene una capa de sombreado automática a manera de segunda piel que protege la superficie acristalada fomentando la ventilación natural. • Se adapta la apertura y cierre de esta piel a las condiciones de la casa. • Este sistema es a través de cortinas enrollables externas. 	 <p>Figura 52: Sistema de sombreado en la envolvente acristalada [9].</p>
--	---	--

<p>2. Movilidad y domótica de los sistemas de control solar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La apertura y cierre de la capa de sombreado y las ventanas, funcionan por medio de un controlador de Smarthouse, que monitorea las condiciones reales de la casa por medio de sensores y adapta la envolvente y protección solar para lograr la temperatura deseada. 	 <p>Figura 54: Sección de detalle de brazo mecánico que abre la cubierta.</p>
--	---	--

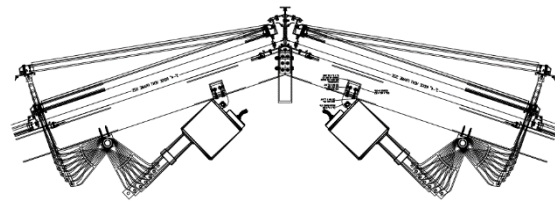


Figura 53: Abatimiento de cubierta acristalada [9]

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE FICHA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN.

EVALUACIÓN	1	2	3	4
1. Arquitectura				
2. Ingeniería y construcción				
TOTAL	6			

Resultados

RhOME 8 puntos: Obteniendo la mayor puntuación del análisis, la universidad de Roma propone un sistema de acondicionamiento térmico solar basado en la innovación de un espacio clásico arquitectónico que es la logia, el cual tradicionalmente bloquea el sol, aunque su propuesta de acondicionar el espacio para que además permita la entrada del sol, lo vuelve adaptable a distintas épocas del año como en invierno.

El acondicionamiento solar basa el sistema de control sobre la radiación directa del sol sin tomar en cuenta la transmisión térmica.

No interviene ningún tipo de sistema de absorción térmica directa, semi-indirecta o indirecta, se ayuda de manera secundaria de elementos constructivo con masas térmicas altas al interior para retención del calor obtenido por las ventanas en las demás orientaciones y las que dan a la logia.

Ventajas del SCS:

Es un sistema activo y móvil, adaptable a diferentes épocas del año.

Se adapta arquitectónicamente a la geometría conceptual del edificio de manera armónica.

El SCS no está condicionado a un solo movimiento, ya que puede abatirse de distintas maneras tanto de manera vertical y horizontal.

Opciones de mejora:

Buscar un mayor retardo y rendimiento térmico en el espacio de la logia.

Añadir un sistema de captación térmico al SCS.

Mayor movilidad a la sección que protege la cubierta del SCS.

El diseño puede mejorar para permitir una mayor entrada de iluminación natural y acceso a la ventilación sin tener que ser tan cerrado el modulo.

Mejorar la versatilidad del sistema de tal manera que permita adaptarse a distintas superficies y geometrías.

Casa Patio 8 puntos: Al igual que el equipo italiano, el prototipo Andaluz logra la máxima puntuación del análisis al adaptar de manera innovadora a una estrategia clásica bioclimática de climas cálidos, el patio. La adaptación del sistema móvil y control solar permite generar sombra, entrada de luz y ventilación al patio central. Esta estrategia pareciera superar al equipo italiano ya que tiene una relación directa con todos los espacios internos, lo cual permite un intercambio térmico más eficiente.

El sistema propone un control de radiación solar directa a manera de segunda piel, protegiendo una envolvente acristalada que sirve como sistema de transmisión de calor el cual permite un mayor rendimiento térmico. Al igual este mismo sistema se hermetiza provocando un aumento en el retardo térmico, que beneficia el intercambio del mismo entre los espacios.

Ventajas del SCS:

Permite convertir un espacio habitable que tradicionalmente no se puede habitar en ciertas épocas del año.

Interviene con un intercambio térmico directo con todos los espacios al interior de la vivienda.

Es autónomo.

Aprovecha la fachada con mayor nivel de radiación en el día, la vertical.

Es un sistema modular que puede ser replicado tanto en fachadas verticales, horizontales o algún capricho geométrico arquitectónico que demande una posición angular en la fachada.

El sistema es versátil ya que puede adaptarse para cubrir la superficie que se requiera.

Opciones de mejora:

El Sistema utilizado bloquea de manera importante los vanos en donde está dispuesto, afectando el servicio del vano así como la visibilidad al exterior.

NeighborHub 6 puntos: El equipo Suizo propone un concepto basado en la protección solar por medio de una segunda piel en las fachadas verticales, las cuales se abaten obteniendo una mayor superficie de sombreado que protegen a un núcleo habitacional. Su idea es aislar totalmente el núcleo habitacional de la radiación solar directa en sus fachadas verticales. Sin embargo, no logra una puntuación mayor ya que no posee rendimiento ni retardo térmico que permita la temperatura cálida en invierno. Además, aunque la casa contenga sensores y un monitoreo térmico, el SCS no funciona de manera autónoma, teniendo que ocupar la intervención del habitante.

Propone un sistema semi-indirecto con una protección de radiación solar directa por una segunda piel y parasoles, utiliza en el sistema un material de polímero y acrílico en la segunda envolvente que permite la transmisión de calor.

Ventajas del SCS:

El abatimiento de la segunda piel produce mayor superficie sombreada.

Tiene una mayor disposición a la ventilación cruzada.

El sistema al funcionar para crear sombra posee un nivel de visibilidad mayor comparándolo con los sistemas analizados anteriormente, ya que se abate totalmente.

Opciones de mejora:

Utilización de la quita fachada (cubierta), ya que se desaprovecha esta superficie.

Mayor relación del núcleo habitacional con los pórticos para que exista un mejor intercambio térmico.

Automatización de sistemas mecánicos.

Insertar una estrategia que permita un mayor retardo e intercambio térmico.

reACT 6 puntos: El equipo norteamericano, parecido al concepto de *Casa Patio*, se basa en un espacio centralizado con un control solar. Sin embargo, este sistema no está del todo centralizado, ya que más que un espacio integral de la vivienda, sirve como generador térmico, lo cual lo excluye del concepto inicial de la vivienda. El objetivo de esta estrategia no es el intercambio térmico por medio de la relación de los espacios, si no la generación de calor para permitir usar esa energía en aparatos mecánicos que brinden calefacción al resto de la casa.

El sistema es de tipo semi-indirecto debido al adosamiento del invernadero en la vivienda, protegiendo dicho elemento de la radiación solar directa en la cubierta y la transmisión de calor por la envolvente acristalada.

Ventajas del SCS:

Tiene un retardo y rendimiento térmico muy alto gracias a su sistema de invernadero.

Es capaz de producir una alta energía calórica para almacenar y utilizar como energía útil.

Aprovecha el techo para captar y protegerse del sol.

Permite la entrada de luz diurna en un gran porcentaje.

Opciones de mejora:

Trabajar en el diseño conceptual inclusivo, de tal manera que arquitectónicamente el sistema mimetice con el resto de la geometría.

Incluir mayor superficie de sombreado con dispositivos de control solar activos.

Una mayor relación del resto de los espacios con la vivienda.

Mejorar la versatilidad del sistema, así como modularidad que permita su adaptación a distintos casos y no solo uno en específico.

En los ejemplos anteriores resaltan sobre los mejores calificados conceptos importantes como “Patio” y “Efecto Invernadero”, estrategias poco usadas el diseño urbano y en las viviendas, que como se observa pueden ser llevados a la práctica incluyéndolos a la envolvente y geometría del edificio como lo conceptualiza correctamente *Casa Patio*, que de acuerdo a los resultados obtenidos en la competición y en este análisis, es la mejor propuesta de acondicionamiento térmico para la vivienda, ya que además de ser un sistema incluyente en el diseño, aprovecha el techo como fuente principal de control térmico gracias a su alto grado de transmisión térmica que se obtiene de él acompañado de una protección solar arquitectónica que permite utilizar el espacio al momento de sombreado, esto a su vez no limita el uso de sus orientaciones en las fachadas verticales, suponiendo que exista una aglomeración colindante de edificios, se puede prescindir de algunas de sus fachadas.

Una ventaja del diseño arquitectónico bioclimático es la perfectibilidad que permiten sus estrategias, así como el grado de innovación que puede haber en ellas seguido del paso de la tecnología, tal como se ve en los ejemplos anteriores,

la combinación de la arquitectura clásica con aditamentos tecnológicos no solo apoyan la mejora de estrategias permitiendo la adaptación de las viviendas al crecimiento y condiciones urbanas, también suman al diseño arquitectónico del edificio sin lastimar su estética, siendo el diseño capaz de responder a estas adversidades.

La importancia del diseño modular del SCS radica en su uso y replica en otros proyectos, ya que, al ser versátil tanto en la adaptación a la geometría como en su movimiento, llega a ser replicable para distintos proyectos, puesto que es uno de los principales objetivos del análisis al poder crear un sistema adaptativo.

Se presentan sistemas muy distintos el uno del otro, teniendo cada uno de ellos sus ventajas y logrando a su manera una adaptación térmica. Con ayuda del análisis presentado se abre la posibilidad de proponer un sistema mixto que incluya las herramientas y mecanismos presentados que sea versátil en su movimiento que permita adaptarse a cualquier orientación. Un buen diseño de control solar se asocia con la radiación solar, iluminación natural y el clima, haciendo que todo armonice con la geometría del edificio que resulta como análisis espacial satisfactor de las actividades del ser humano.

IV.3 Conclusión del cuerpo de investigación

Hemos llegado a la actualidad, donde la arquitectura ha sido influenciada a través de la historia por movimientos sociales y económicos, provocando que la vivienda deje de ser vista no solo un como un refugio del hombre y espacio habitable, si no como un importante factor en el movimiento económico y social. Si bien podemos señalar las etapas de la relación del hombre y la vivienda, donde **en una primera fase** el hombre tenía como principal necesidad el protegerse de las agresiones del medio ambiente, dando pie al surgimiento de las primeras viviendas. Posteriormente la vivienda fue evolucionando convirtiéndose en el principal el núcleo de crecimiento del ser humano, centrándose en ella las principales actividades del ser humano, tanto privadas, servicio y sociales (Fonseca, 1994). **Como segunda fase**, el hombre crea las primeras ideas y herramientas que le permiten mejorar sus viviendas, manteniendo aún el equilibrio con el medio ambiente y estrategias pasivas de acondicionamiento no agresivas al medio ambiente (Simancas, 2003).

Ahora el hombre se encuentra dentro de una **tercera fase**. No olvidemos que el ser humano a pesar de su evolución social, se ha mantenido en una misma estructura social y familiar, la cual tiene la necesidad de adquirir una vivienda para vivir. Sin embargo, la estructura económica actual orilla al hombre a adquirir viviendas en serie, pesto que la gran demanda de vivienda ha convertido a la construcción de casas en un atractivo negocio, provocando que el mercado ofrezca gran variedad de ofertas y facilidades de adquisición del inmuebleEs común que el arquitecto encuentre en la etapa final del proceso de diseño problemas, elementos, estrategias e intenciones que deberían volverse parte del resultado final, pero que al inicio parecieran disonante e incompatible con el proyecto previamente conjeturado.

Aunque de otro modo, en la época del dominio griego, se ha tenido un especial respeto por la incidencia solar al interior de los edificios, aplicando desde esas entonces estrategias de diseño que evitaban esta incidencia solar excesiva, en la cual se ayudaban con el diseño formal pasivo de los edificios; frontones, largos

vestíbulos que bloqueaban el sol directamente, alturas pronunciadas en edificios y sobre todo ventanas pequeñas (Neila G. F., 2004).

Sin embargo, estos edificios carecían de iluminación debido a la poca incidencia solar que había hacia el interior, además de ser más frescos de lo necesario lo cual no era tan adecuado en épocas de invierno. Las actividades de los habitantes requieren presencia de la **Iluminación**, no solo para poder observar al exterior. La luz se encuentra vinculada con el bienestar y la salud, ya que un ambiente luminoso es más sanos y confortable. (Neila G. F., 2004, pág. 180).

El crecimiento acelerado de las ciudades progresistas postmodernas⁴ dejan a un lado el diseño solar, careciendo del aprovechamiento del sol y el clima perdiendo la consideración por el entorno natural, lo cual ha hecho despertar la crisis energética dejando a un lado el diseño formal solar (Yáñez, 1988).

La construcción de viviendas en México en los últimos años ha ido creciendo exponencialmente para poder cumplir la demanda de crecimiento poblacional. Debido a esto, la industria de la construcción se ha visto en la necesidad de producir viviendas de prototipo similar para producirse en volumen y de esta manera ser más eficientes en tiempos y reducir costos. El problema con este sistema de producción, hablando dentro de arquitectura bioclimática, es la carencia de estrategias pasivas solares, ya que al condicionar las edificaciones al trazado urbano y teniendo el mismo diseño de fachadas orientado de manera distinta se vuelve una casa débil solarmente⁵ (Yáñez, 1988), ya que cada espacio responde térmicamente de manera distinta a pesar de tratarse del mismo debido al nivel de radiación recibida de manera distinta por su orientación.

La dirección del predio para asentar una vivienda implica una decisión energética importante, debido a la cantidad de radiación solar obtenida por orientación.

⁴ Entendiendo el termino Progresista Postmoderno, hace referencia al crecimiento acelerado de las ciudades con sistemas que buscan eficiencia en costos y tiempo, castigando el diseño y habitabilidad humana.

⁵ Nos referimos a una vivienda o construcción débil solarmente a todas aquellas que carecen de una orientación y protección solar en su envolvente, ya que no se les ha dado un grado de atención y protagonismo al relacionar el edificio con su contexto, lo cual provoca un disconfort térmico al interior de los espacios, entre otras cosas (Yáñez, 1988). Más adelante hablaremos acerca del paradigma casas fuertemente solares, dando una comparativa entre el intento por lograrlo y la arquitectura real solar.

Sabiendo aprovechar las orientaciones que dispone el edificio, se evitaría la necesidad de calefacción y refrigeración artificial, pudiendo ser sencillamente solucionadas con el vestido y con un diseño de la casa adaptado al clima (Yáñez, 1988). En ocasiones la traza urbana no beneficia la edificación debido a la falta de orientación adecuada de los espacios por su acomodo, falta de disposición de zonas de soleamiento, iluminación y ventilación natural, entre otras variables, comprometiendo el confort térmico al interior. Para ello se deben utilizar estrategias pasivas de control solar.

Por ello es necesario innovar en el diseño pasivo creando un diseño bioclimático para ciudades o bioclimática urbana. Se puede lograr esto mediante gracias a la adecuación, distribución y articulación del edificio, así como el correcto uso de las superficies acristaladas y la protección solar. Aunque los gastos producidos por estos aditamentos o sistemas adicionales pidieran aumentar el costo de la vivienda en un principio, esta se compensa por el ahorro energético de la vivienda a lo largo de su vida operacional (Yáñez, 1988).

La arquitectura bioclimática tiene que ser pilar en el proceso de diseño, se debe repensar con el objetivo de crear nuevos métodos que sean perfectibles para su uso conforme la industria del diseño y construcción vayan evolucionando, ya que a pesar de la existencia de libros que enseñan bioclimática, en muchos casos no son aplicables en la ciudad y es necesario innovar las estrategias.

Desde el inicio de un proyecto se requiere una estrategia de diseño inclusiva que traiga consigo circunstancias necesarias para que los requisitos iniciales puedan coexistir, ahora subordinados a la idea principal. La tarea del diseñador arquitectónico es encontrar esa idea inclusiva. Cuando un proyecto incluye un número de mecanismos de eficiencia energética, es posible incluirlos como una forma arquitectónica previamente diseñada (Terrados & Moreno, 2013).

V. Métodos y datos

*“La casa debe ser el estuche de la
vida, la máquina de la felicidad”*

Le Corbusier

V.1 Principio Conceptual

En este capítulo se aplicará lo visto en capítulos anteriores; probando la aplicación de las estrategias bioclimáticas en relación al diseño de la traza urbana, priorizando la orientación y protecciones solares en ventanas, para lograr disminuir la radiación solar en cada habitación, y mantener un ambiente térmico óptimo dentro de la vivienda sin tomando en cuenta el sistema de vivienda en serie.

Se tomará en cuenta el análisis del Capítulo II, sobre las actividades del ser humano en la vivienda y el gasto energético que debe tener de acuerdo a cada una de sus actividades para no salir del rango de confort. Para ello aplicaremos el análisis del Capítulo I sobre la construcción bioclimática y su disposición en la vivienda en relación al Sol que el hombre ha creado desde sus inicios, tomando en cuenta las nuevas estrategias obtenidas en el estudio comparativo y análisis del control solar en la vivienda del Capítulo III y IV.

Con lo anterior se realizará una propuesta de un **correcto manejo de la traza urbana** en la vivienda para el Municipio de Querétaro, buscando terminar con la mala práctica en la orientación arbitraria del diseño en las trazas urbanas que perjudican la vivienda en serie.

Se realizará un análisis en cada una de las viviendas del caso de estudio para conocer la sensación térmica de los habitantes en cada una de las viviendas, con el objetivo de reconocer la diferencia del ambiente térmico en cada espacio al encontrarse a diferentes orientaciones. Recordemos que la vivienda en serie tiene un mismo partido arquitectónico, configuración espacial, diseño de fachadas, materiales, pero a diferente orientación. Al obtener los resultados, se realizará una comparativa entre la sensación térmica y el nivel de radiación de cada vivienda en relación a su orientación, y de esta manera determinar el nivel de impacto de la radiación solar directa en el comportamiento térmico de cada espacio a diferente orientación.

Al obtener los resultados en la anterior comparativa, se reconfigurará la vivienda del caso de estudio en base a las **reglas de diseño** en la traza urbana vistas anteriormente, la cual nos permita emplazar la vivienda en un diseño organizacional mediante la manipulación de los espacios, sin perder la coordinación en entre las actividades y sus requerimientos, de manera que impacte positivamente en el diseño resultante. Esta reconfiguración del caso de estudio, permitirá el rediseño de la fachada buscando una **configuración estándar de orientación** en relación de la traza urbana y la vivienda.

Es importante resaltar que los datos que se buscan es la disminución de la radiación solar en las ventanas, la cual busca la disminución de la temperatura en la latitud del caso de estudio. Por lo cual, no se abordará la radiación en el resto de la envolvente y por ende **no se abordará ningún tipo de material**, ya que **el análisis** que **será únicamente sobre el primer contacto de la radiación solar** sobre la envolvente de la vivienda, **en este caso los vanos acristalados** o ventanas, **no se busca conocer la inercia térmica** de la radiación con los materiales. Sin embargo, esta investigación nos permitirá crear nuevas líneas de investigación.

En el análisis del caso de estudio, no se busca refutar el tema de la vivienda en serie, ya que como se vio en el Capítulo IV, esta tiene ciertos beneficios que son importantes tomar en cuenta tanto económicos, como de adquisición para las familias. Por ello se busca presentar mejoras en este sistema, para que día con día los desarrollos cumplan con mejores características y las personas puedan lograr un nivel de habitabilidad óptimo. Así mismo, el tema de vivienda en serie se abordará como un sistema de réplica de vivienda bajo un mismo esquema de distribución de espacios, la cual no necesariamente debe estar relacionado con los niveles socioeconómicos de quienes la habitan.

Definición de variables

Del estudio y comprensión sobre la construcción de vivienda en serie y su relación con el Sol, se desprenden las siguientes variables:

Variable dependiente:

- * Confort térmico – bienestar al ser humano – mejora de habitabilidad.
- Radiación solar – estrés solar.

Variables independientes:

- Trazado urbano de las calles y el emplazamiento de la vivienda.
- Orientación.
- Configuración de fachada (volumetría).
- Sistemas de control solar.
- Ubicación de espacios.

Investigación descriptiva

Se utilizará la investigación descriptiva como método científico para observar y describir el comportamiento y características de nuestras variables en relación a nuestro caso de estudio.

Enfoque de la investigación mixto (cuantitativo - cualitativo)

Para obtener los resultados a nuestra investigación, utilizaremos el método mixto, en el cual combinaremos el método cuantitativo y cualitativo. El cuantitativo nos ayudará para conocer las sensaciones térmicas desde un enfoque sensitivo de las personas que habitan las viviendas. En el cuantitativo, analizaremos las respuestas dadas por los habitantes de las viviendas, realizando una comparativa entre sus respuestas para obtener datos diferenciadores y obtener datos medibles. En este mismo rubro cuantitativo, se analizará el nivel de radiación solar que

incide en las fachadas de las viviendas, datos que se obtendrán por la latitud obtenido del programa *Revit de Autodesk*, en una extensión especializada en datos dólares llamada *Insight*.

Análisis de datos.

Una vez obtenidos los datos resultantes de los análisis en la primera parte que comprende el caso de estudio, se hará una propuesta que este dentro de la misma latitud, espacios, terreno y superficie de vivienda, para comprobar una posible mejora que sea comprobable mediante los datos estudiados en el estado del arte y mediante la misma plataforma informática de *Revit de Autodesk*.

V.2 Caso de estudio

El método de experimentación que se utilizará en la presente investigación se basará en el diseño experimental, el cual, a través de una propuesta de traza urbana orientada, se buscará establecer parámetros de diseño bioclimático para vivienda en serie en el municipio de Querétaro.

Para ello se tomará como caso de estudio las casas de la unidad condominal CANTERA en la colonia PASEOS DEL PEDREGAL, en el municipio de Querétaro, el cual es un fraccionamiento que cuenta con 77 viviendas en serie, las cuales cuentan con la misma configuración de espacios en la vivienda y fachadas, pero posicionadas en distintas orientaciones.



Ilustración 86: Vista aérea de la colonia Paseos del Pedregal Querétaro. Google Maps.

En la ilustración **45** se encuentra la vista de la colonia Paseos del Pedregal en el municipio de Querétaro. La superficie de la colonia es de 40 hectáreas, la cual cuenta con distintas unidades condominales.

Cada unidad condominal está desarrollada por una misma tipología urbana y con un mismo prototipo de vivienda, Este prototipo de vivienda se encuentra en dos prototipos; una planta y dos plantas. Las viviendas de dos plantas se encuentran dentro de condominios cerrados o privados, con un control de acceso. Estas viviendas de dos plantas tienen una misma superficie de metros cuadrado de construcción, diseño y distribución, pero a diferente orientación.

Se aprecian las distintas unidades condominales, con una traza urbana reticular y distribuida todas las unidades condominales de manera rectilínea. Sin embargo, se aprecia que la traza urbana no mantiene constante en su orientación, esto provoca que cada una de las casas tenga un estrés solar diferente y por lo tanto una temperatura distinta.

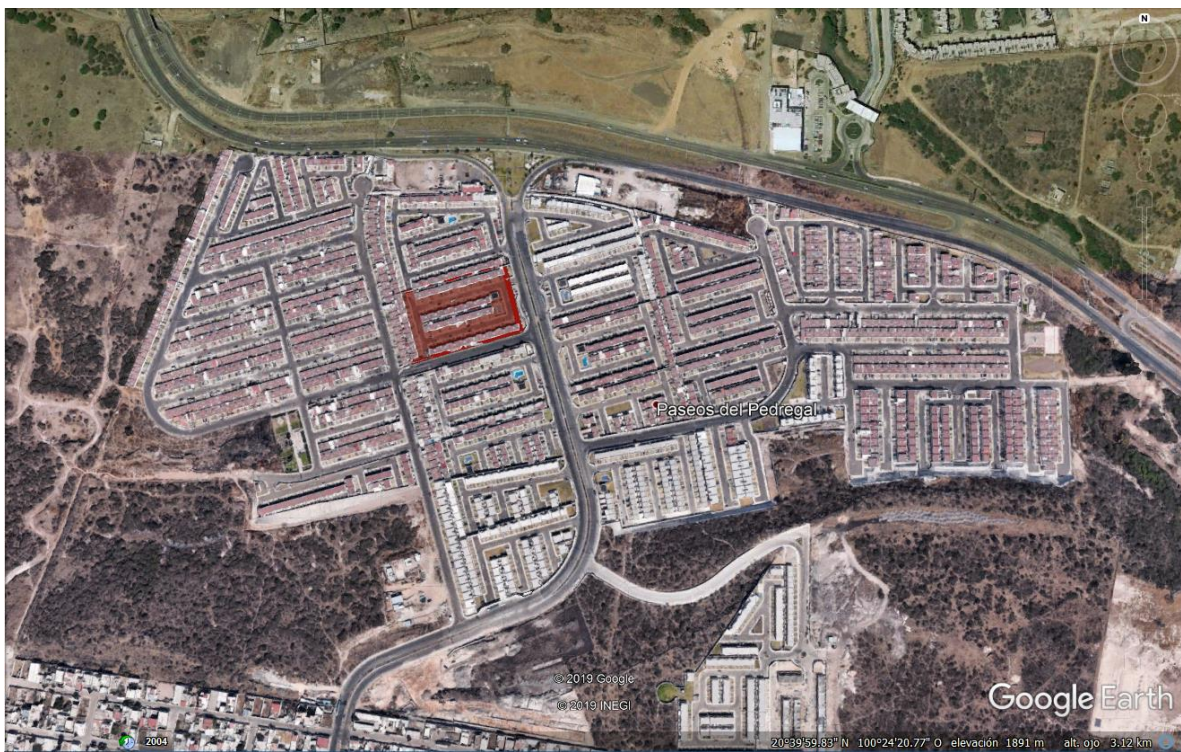


Ilustración 87: Delimitación de condominio Cantera, en la colonia Paseos del Pedregal.



Ilustración 89: Acercamiento de las 77 casas de la unidad condominial Cantera.

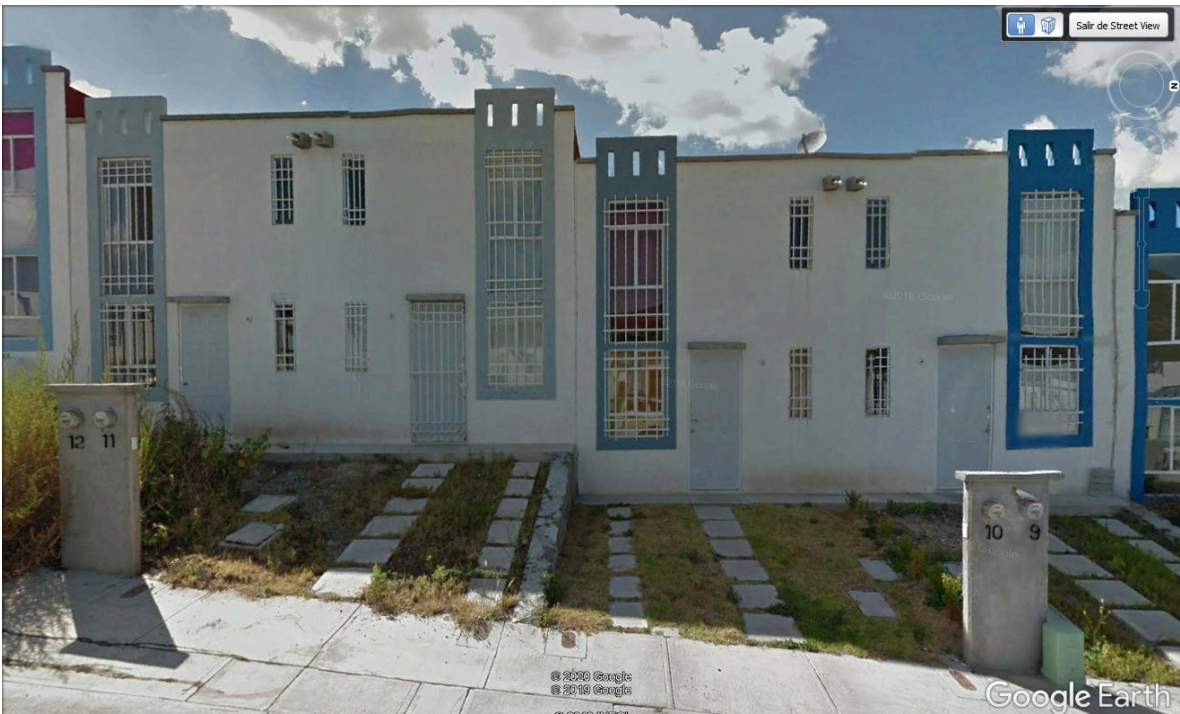


Ilustración 88: Fachadas tipo de las viviendas del condominio Cantera.

La unidad condominal cuenta con una superficie de 11,448 m², con 396.4 m² de áreas verdes más 725 m² de amenidades y un total de 3, 396.6 m² de calle y banquetas. La unidad condominal alberga 77 viviendas tipo con 90 m² de terreno, resultando los siguientes porcentajes de ocupación:

- 9.8% de áreas verdes y amenidades
- 60.5 % vivienda
- 29.6% vialidades

Las viviendas cuentan con 75.34 m² de construcción; 37.67 m² en la planta baja y 37.67 m² en la planta alta. Las cuales tienen un mismo diseño de fachada y misma distribución de espacios al interior; sala, comedor, cocina, estudio, patio de servicio, 3 recamaras y 2 ½ baños.

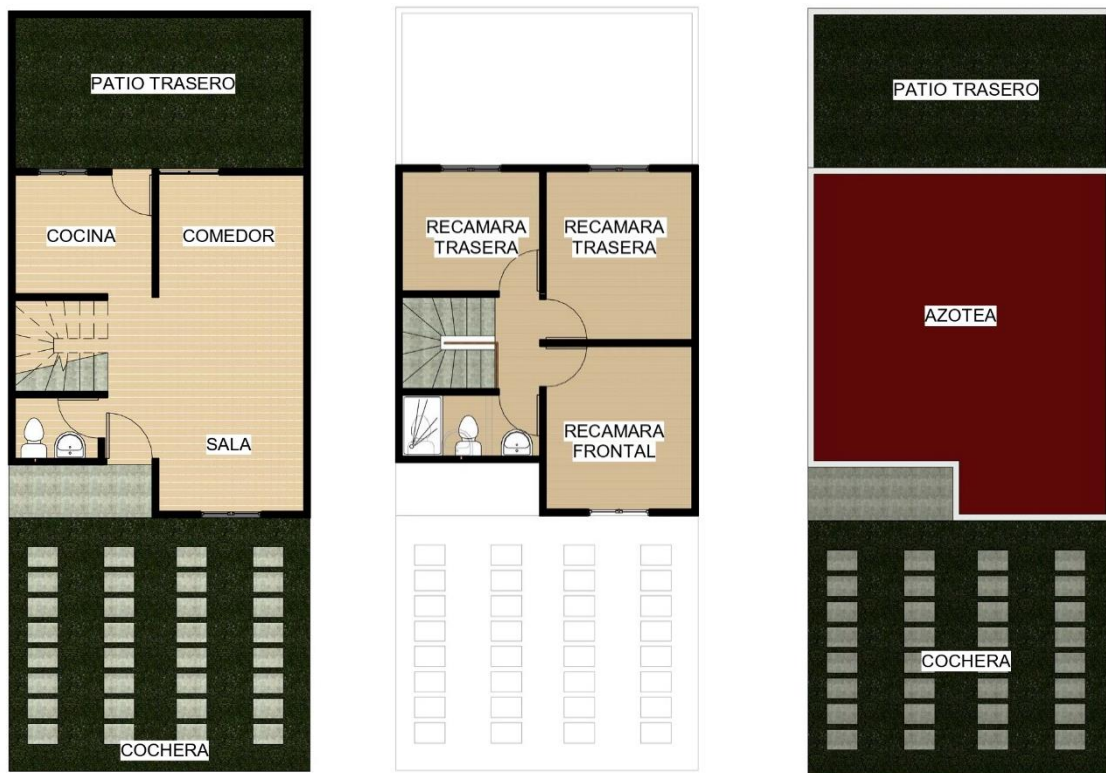
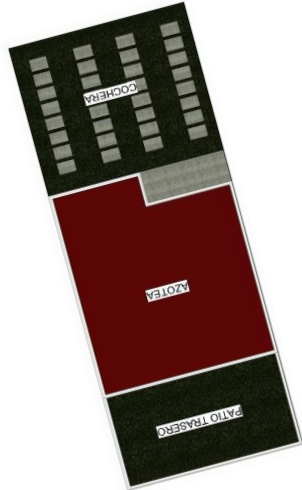


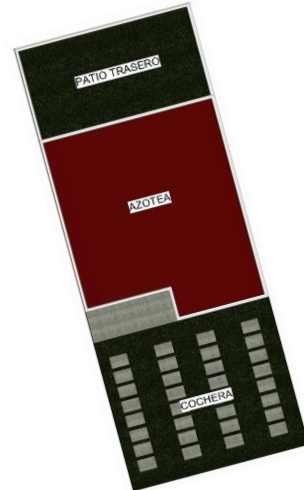
Ilustración 90: Plantas de los dos niveles y la azotea de la vivienda tipo.

De acuerdo al diseño de la traza urbana orientado del **suroeste a noreste y de noroeste a sureste**, se observan tres orientaciones distintas en las fachadas principales: **sureste, noreste y noroeste**.



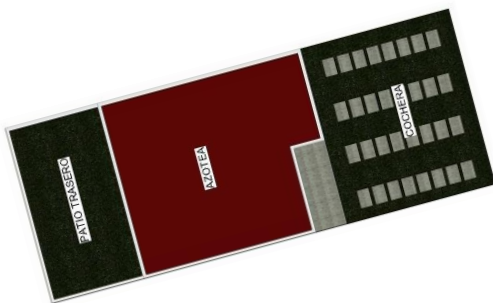
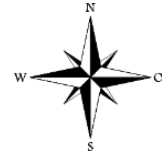
Orientación Noroeste

Recamaras y Sala al noroeste, cocina y comedor al sur.



Orientación Sureste

Recamaras y sala al sur este, cocina y comedor al noroeste.



Orientación Noreste

Recamaras y sala orientadas al noreste, comedor y cocina al suroeste.

V.3 Cuestionario de análisis sensorial térmico para los habitantes del fraccionamiento Cantera

Para ayudar al análisis se realizó una investigación de campo en la cual se realizará una serie de preguntas a las personas que viven en el condominio *Cantera* para conocer cuáles son las condiciones térmicas en cada espacio de la vivienda que habitan. Para comenzar el cuestionario se realizaron cinco preguntas que nos ayudaran a sensibilizar y entrar al tema térmico. Como se vio en el Capítulo II, cada persona tiene un nivel de adaptación térmica y rango diferente de confort, para ello es importante conocer de la persona entrevistada cual es su condición de sensación térmica óptima.

A continuación, se muestran las catorce preguntas realizadas:

1. ¿Se considera una persona friolenta o calurosa?
2. ¿Prefiere ambientes fríos o cálidos?
3. ¿Suele usar ropa abrigadora en la mañana?
4. ¿Suele usar ropa abrigadora en la tarde?
5. ¿Suele usar ropa abrigadora en la noche?

Siguiendo con el cuestionario, se eligieron preguntas que nos arrojaran datos sobre la sensación térmica en cada espacio:

6. ¿Qué habitación es más caliente en la planta baja?
7. ¿Qué habitación es más fría en la planta baja?
8. ¿Qué habitación tiene la mejor temperatura en la planta baja?
9. ¿Qué habitación es más caliente en la planta alta?
10. ¿Qué habitación es más fría en la planta alta?
11. ¿Qué habitación tiene mejor temperatura en la planta alta?
12. ¿Considera que su casa es fría o caliente?

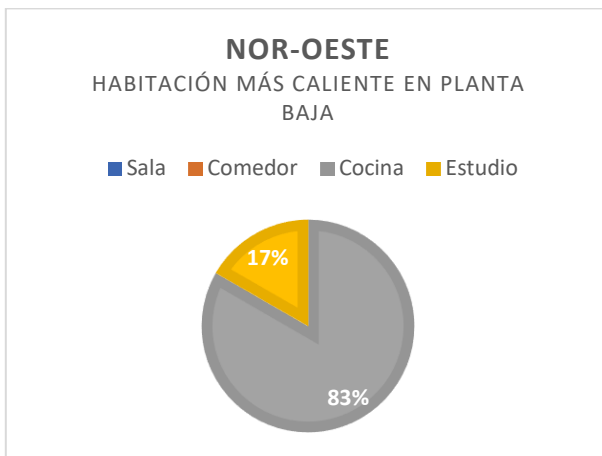
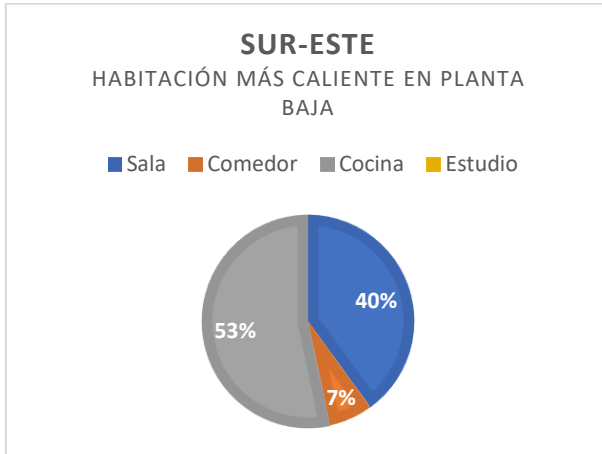
13. ¿Tiene algún sistema de enfriamiento?

14. ¿Tiene algún sistema de calefacción?

Los resultados a las preguntas se agruparon por pregunta y orientación de acuerdo a la casa en la que se realizó el cuestionario, esto permite realizar una comparativa de percepción térmica entre las diferentes orientaciones obteniendo los siguientes resultados:

Resultados de encuesta sensorial térmica

PREGUNTA 6: ¿Qué habitación es más caliente en la planta baja?

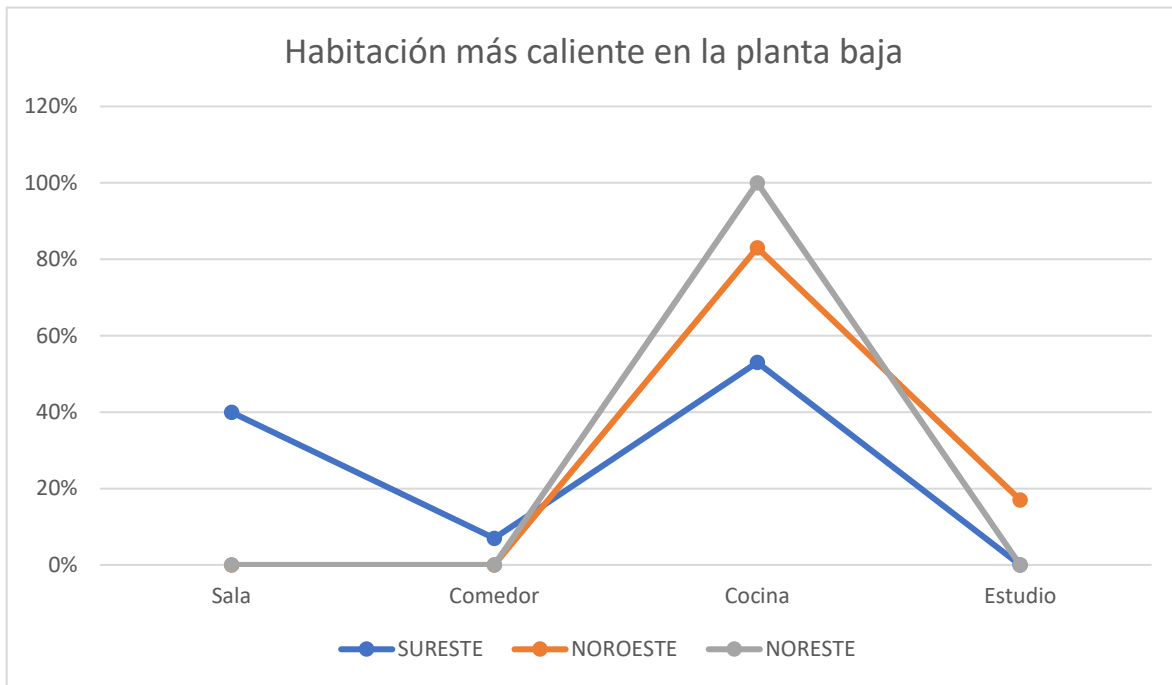


SUR-ESTE Debido a la inclinación hacia el oeste en la cocina, se tiene un calentamiento en la hora del día en que el sol está bajando y alcanza a calentar esta zona. La sala orientada al sur, al no tener un sistema de control solar genera masa térmica durante la mayor parte del día, provocando que la sala aumente su temperatura.

NOROESTE El calentamiento es notorio en únicamente dos espacios, los cuales están recibiendo los rayos del sol durante todo el día.

NORESTE Un notorio resultado en el cual la cocina se ve perjudicada ya que el sol le da toda la tarde a este espacio y al atardecer, acumulando una importante masa térmica al interior.

En todas las orientaciones se ve una notoria mayoría en las respuestas donde la cocina es el espacio más caliente de la planta baja. Esto se debe a la mala orientación de las ventanas y a la nula protección solar en ellas. Este es uno de los espacios que debe ser orientado al norte en esta latitud.



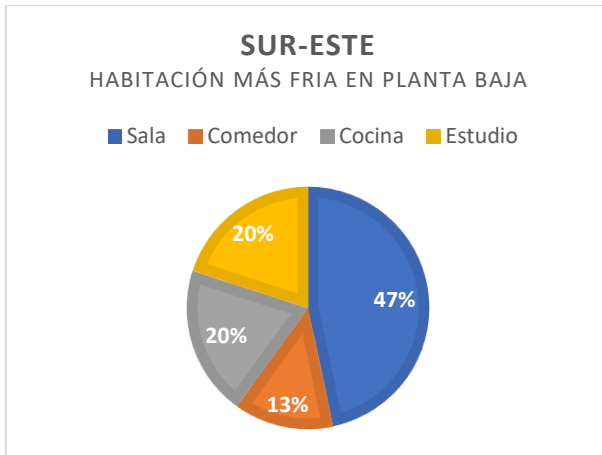
Gráfica 1: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.

Se observa como en las tres orientaciones la cocina se posiciona como el espacio más caliente. De acuerdo a las actividades que se realizan en la cocina como son la cocción y el calentamiento de alimentos, es un espacio que por la naturaleza de sus actividades es caliente. Comparando el esquema de Montejano (2007, pág. 131) donde el espacio de la cocina debe tener una orientación en la el Sol no intervenga en mayor tiempo la segunda mitad del día.

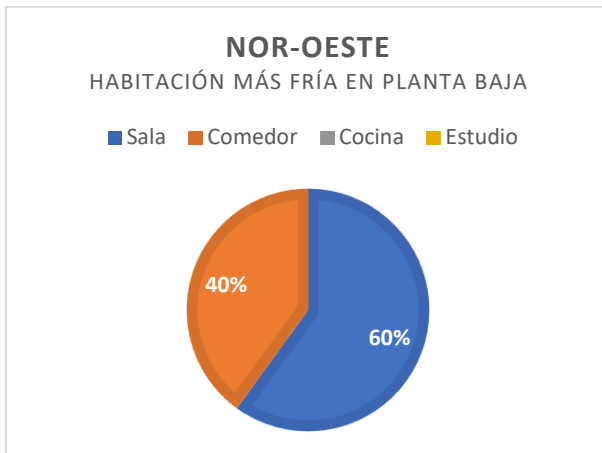
En este caso pueden influir otras variables que afecten la temperatura de la cocina, como la ventilación, al no haber corrientes de aire debido a que la cocina

está situada en la parte trasera de la casa y la ventana tiene salida a un patio cerrado.

PREGUNTA 7: ¿Qué habitación es más fría en la planta baja?



SUR-ESTE Comparándola a con el espacio más caliente en esa misma orientación, el más frío se encuentra en la orientación contraria, en donde le da el sol por la mañana y hasta el mediodía, lo cual no favorece la ganancia térmica.

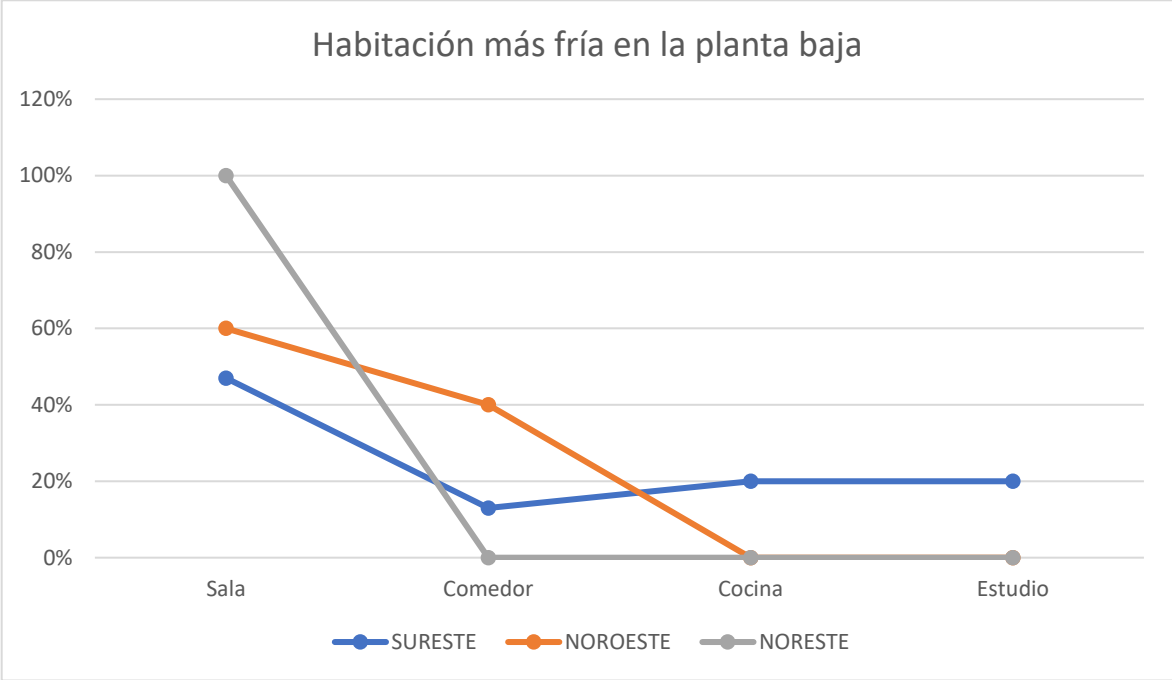


NOROESTE Al estar orientada al norte, la sala se mantiene considerablemente la mayor parte del día sin ningún a ganancia termina por la ausencia de sol en sus ventanas, únicamente recibe el sol pocas horas y por la tarde.



NORESTE Al darle el sol únicamente por la mañana, la la ganancia térmica es prácticamente nula, provocando que el espacio sea fresco todo el día y noche.

Los espacios más fríos tienden a ser los que están orientados al norte o bien al este, ya que solo perciben el sol pocas horas al día y no necesitan un sistema de proyección solar en ventanas que evite el sobrecalentamiento.

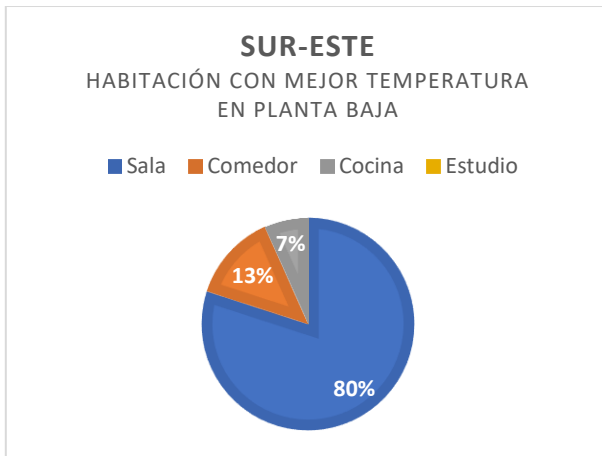


Gráfica 2: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.

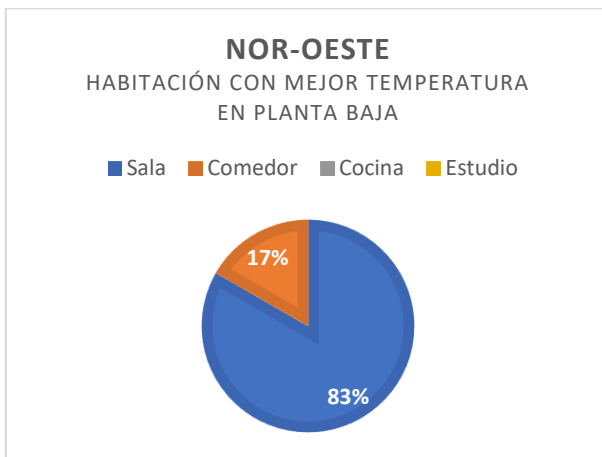
Se observa en la gráfica que existe una tendencia en todas las orientaciones sobre la sala como el espacio más fresco de la planta baja.

En él pueden influir variables como el viento que ayuden a mantener la temperatura del ambiente más fresco, ya que la sala tiene su ventana situada en las fachadas principales, las cuales tienen una mayor corriente de aire al estar ligadas directamente con las calles.

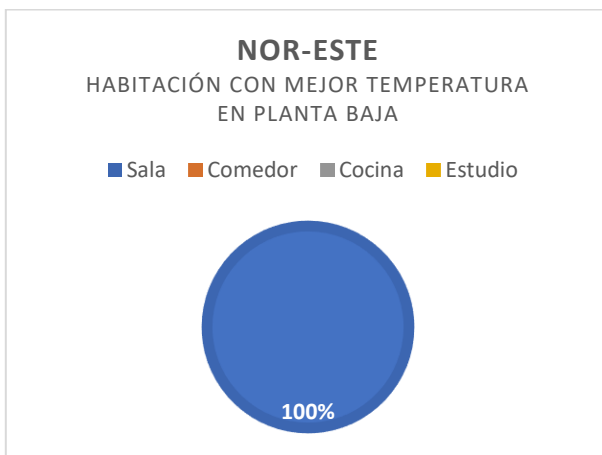
PREGUNTA 8: ¿Habitación con mejor temperatura en la planta baja?



SUR-ESTE A las personas les gusta más los espacios frescos, ya que el mayor porcentaje de respuestas obtenidas de la sala da como referencia a una sensación térmica fría.

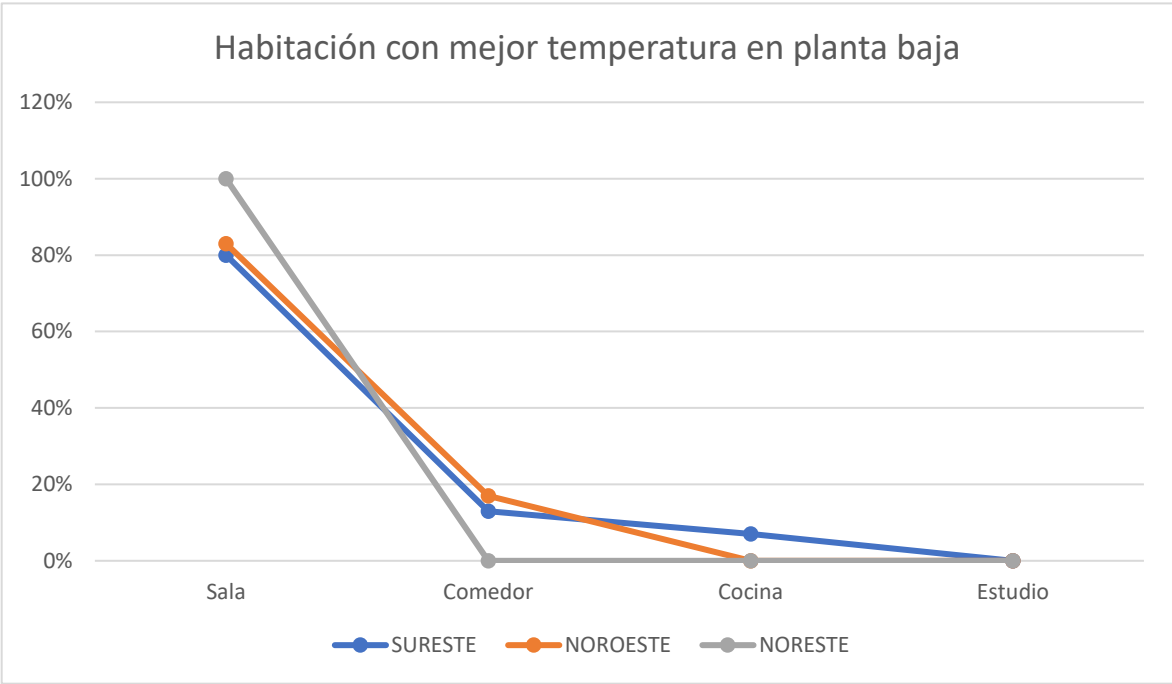


NOROESTE Al igual que en la anterior orientación, la gente prefiere el espacio de la sala por ser el más fresco en este caso.



NORESTE Al igual que los dos anteriores, se prefiere el espacio de la sala por ser el más frío.

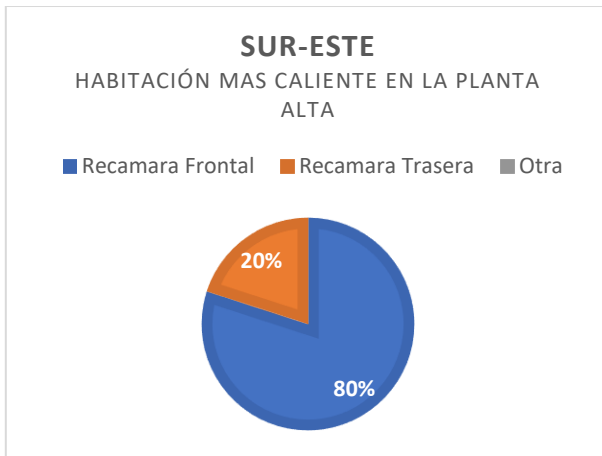
Se obtuvo una gran preferencia en la sala en cuanto a la mejor temperatura de la planta baja, siendo el espacio más fresco en las tres orientaciones.



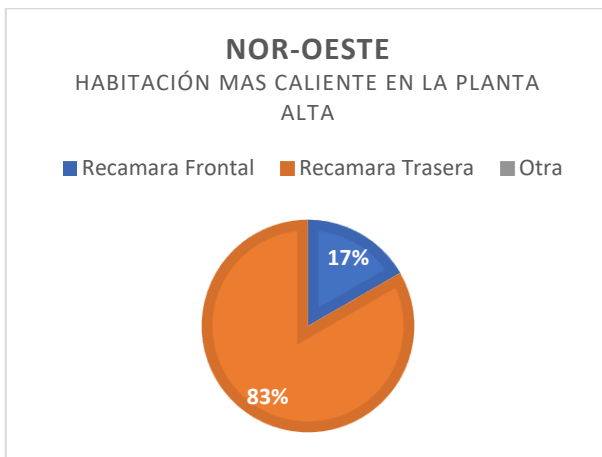
Gráfica 3: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.

Por un gran porcentaje y en todas las orientaciones de las viviendas, la sala se sitúa por encima de los demás espacios como el más preferido por los habitantes. Esto nos hace referencia que los lugares frescos en la planta baja son de mayor agrado que los más cálidos, pudiendo ligarse al tipo de actividades que se existen en la planta baja.

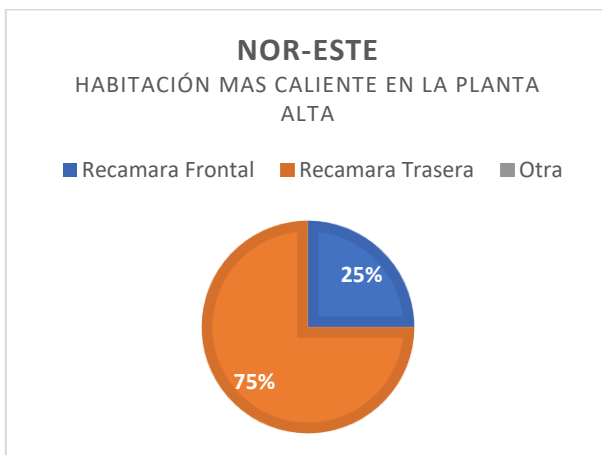
PREGUNTA 9: ¿Qué habitación es más caliente en la planta alta?



SUR-ESTE El ingreso de radiación solar durante la mayor parte del día, por la mañana y parte de la tarde, genera una importante ganancia de calor. La recamara frontal está orientada al sur.

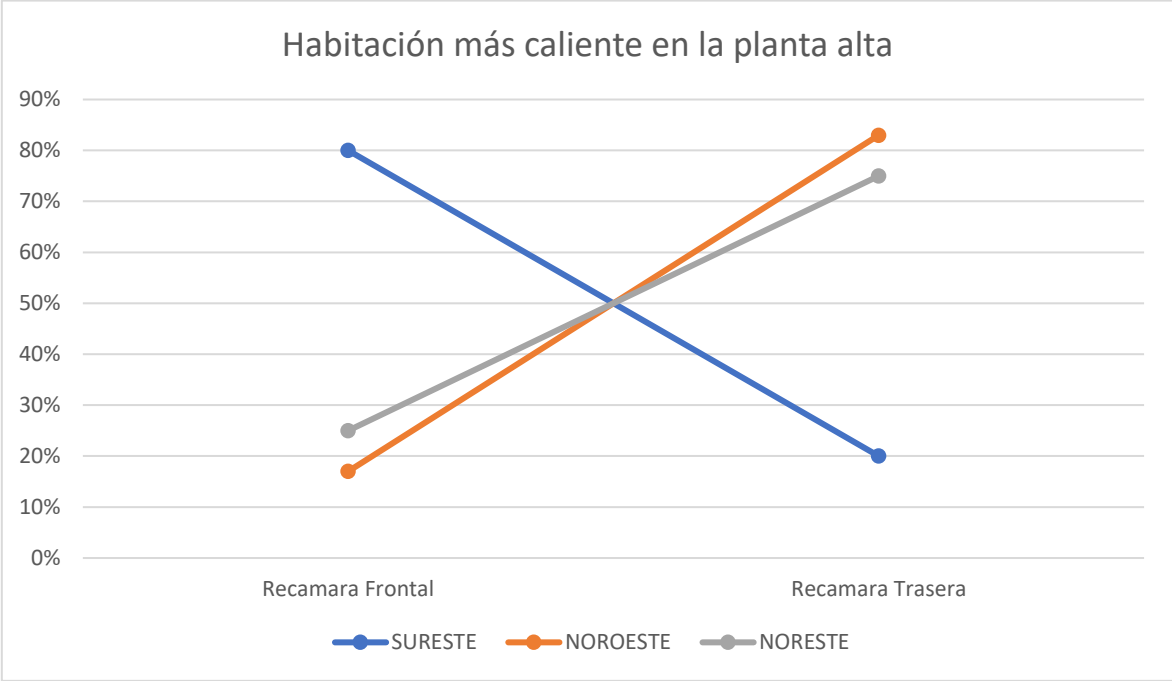


NOROESTE El ingreso de radiación solar durante la mayor parte del día, por la mañana y parte de la tarde, genera una importante ganancia de calor. Esta recamara tiene diferente localización, pero misma orientación al de la gráfica anterior.



NORESTE Esto se debe a que la recamara trasera percibe radiación solar después de mediodía y hasta el atardecer. La recamara frontal tiene radiación directa por la mañana. Sin embargo, esta no es tan crítica. La recamara trasera está

Todas las recamaras que tienen una sensación de calor mayor están orientadas al sur. Resultando una gran ganancia térmica por radiación solar la mayor parte del día.

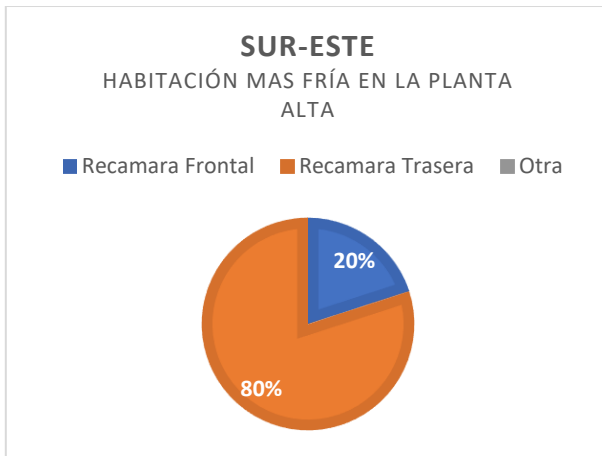


Se observa una clara diferencia en la sensación térmica de la orientación sureste en comparación a las fachadas del noroeste y noreste. Toando como referencia el esquila de Montejano (2007, pág. 131), las recamaras deben estar situados del noreste al sur, en este caso que se muestra en la gráfica, se tienen orientaciones de habitaciones en seis diferentes orientaciones (fachada frontal y fachada posterior).

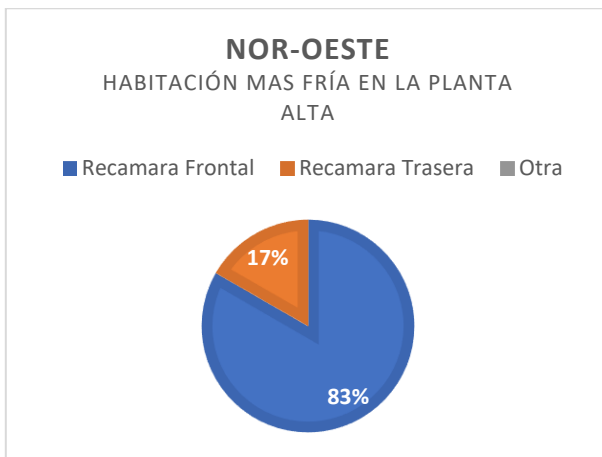
Si bien los espacios te obligan a incluir habitaciones en orientaciones diferentes, de deben incluir sistemas de control solar.

Gráfica 4: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.

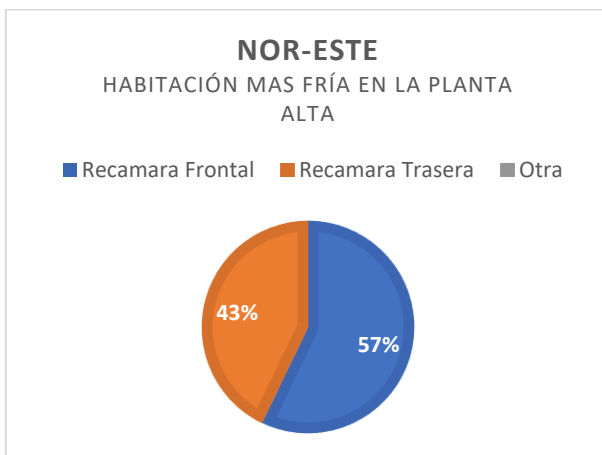
PREGUNTA 10: ¿Qué habitación es más fría en la planta alta?



SUR-ESTE La incidencia solar es muy poca en la recamara trasera, solo por las tardes y cuando el sol esta por ocultarse, ya que está orientada al noroeste.

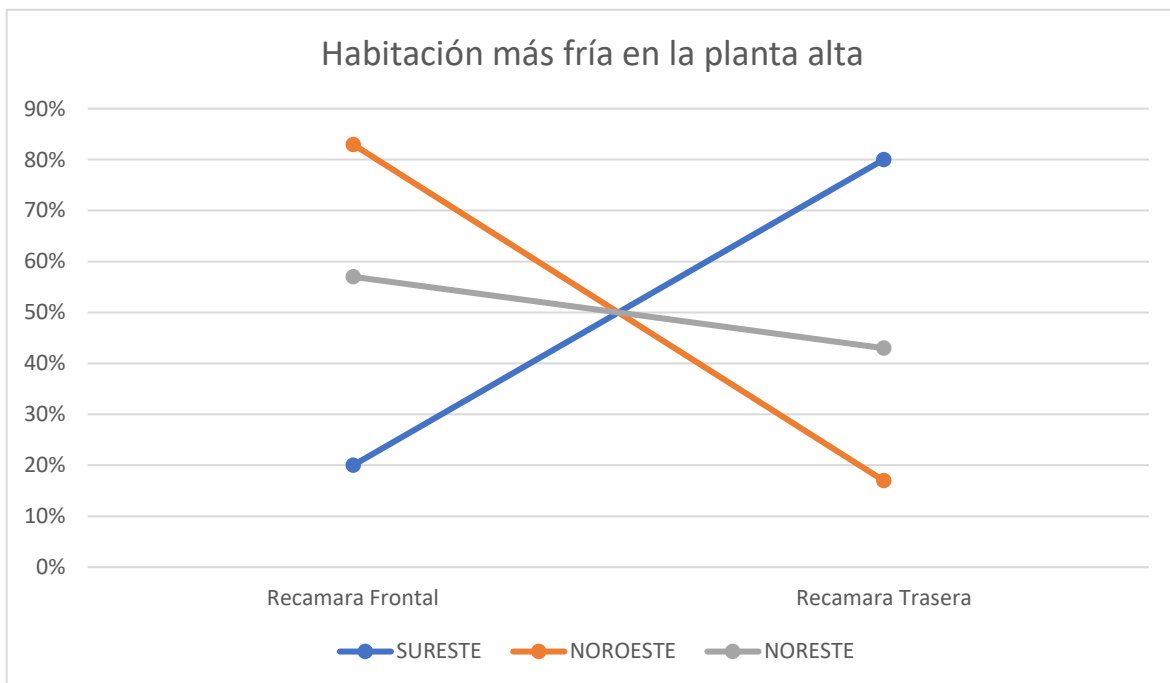


NOROESTE Al igual que el caso anterior, la orientación de las ventanas en la recamara frontal no permite demasiada ganancia térmica por su poca exposición al Sol.



NORESTE A diferencia de las dos anteriores, la recamara frontal tiene una orientación que permite la entrada del sol durante toda la mañana hasta antes del mediodía, eso permite que tenga ganancia por pocas horas del día y en la mañana.

Estas tres orientaciones guardan una similitud en la recamara más fría, sobre todo las dos primeras que están orientadas al mismo lado. Sin embargo, se tratan de diferentes localizaciones de habitación. En la última orientación, pareciera que ambas orientaciones tienen misma aceptación de frescura, esto se debe a que en ambos casos la incidencia solar son pocas horas y por la mañana y al atardecer.

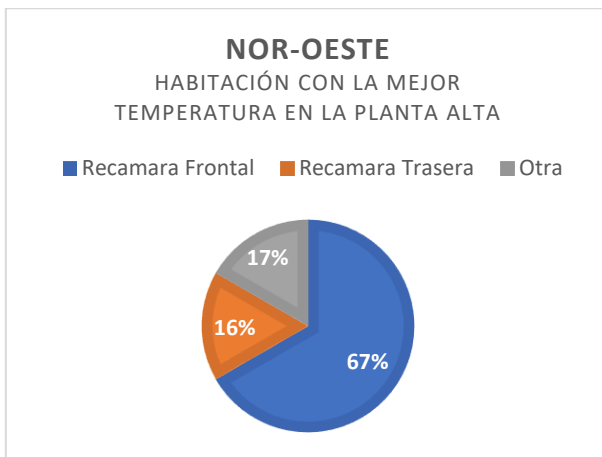


Relacionada a la gráfica anterior (gráfica 4), esta gráfica muestra nuevamente discordancia entre la sensación térmica de las habitaciones en la planta alta. En este caso la vivienda con orientación noreste, mantiene un rango similar entre la recámara frontal y trasera.

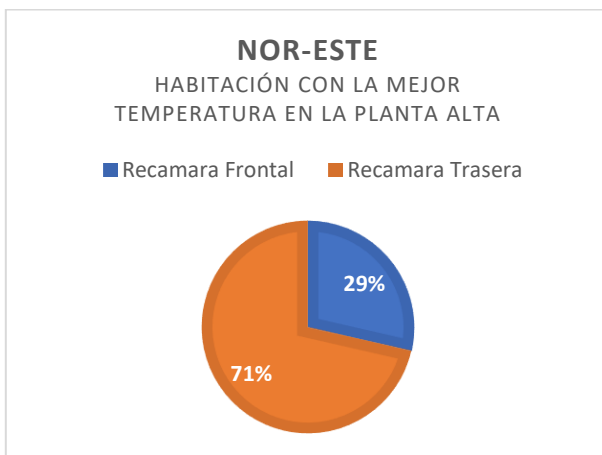
PREGUNTA 11: ¿Qué habitación tiene la mejor temperatura en la planta alta?



SUR-ESTE Al parecer existe una similitud entre gustos de dormitorios fríos y calientes, ganando por poco porcentaje las habitaciones calientes.

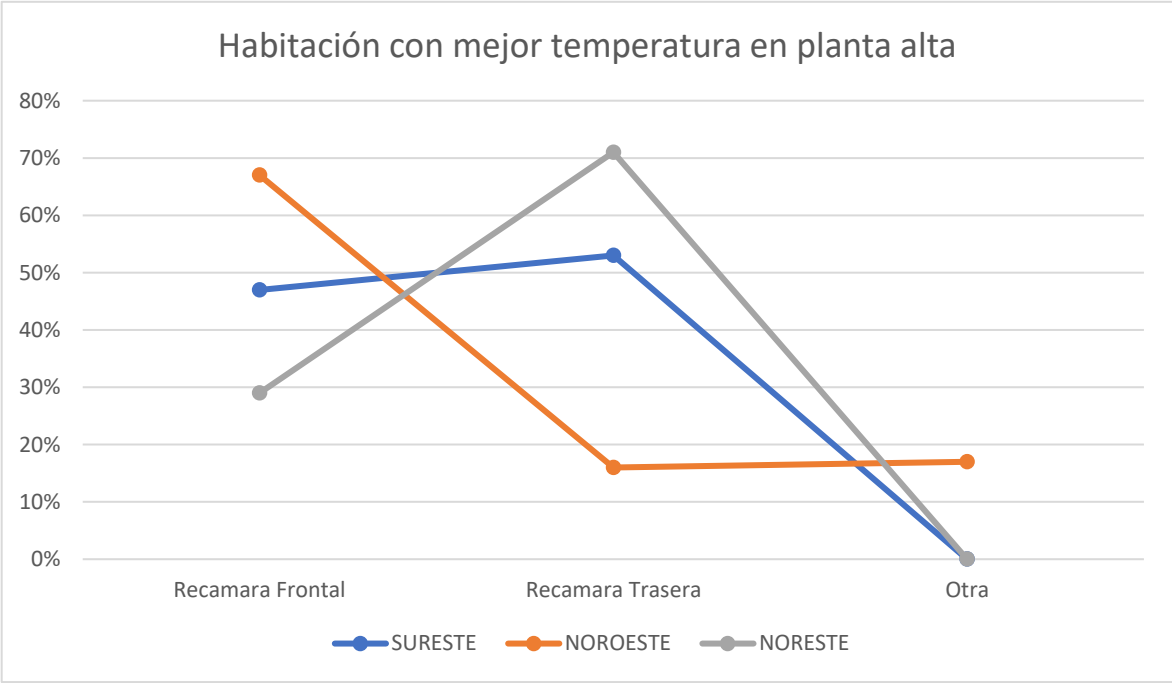


NOROESTE En esta orientación si la gran mayoría se inclina por dormitorios calientes.



NORESTE Al igual que las dos orientaciones distintas, se prefiere la recamara más caliente.

Es unánime en las tres orientaciones, como la preferencia de las personas es la de una recamara caliente, diferencia de la planta baja en donde se preferían espacios frescos.

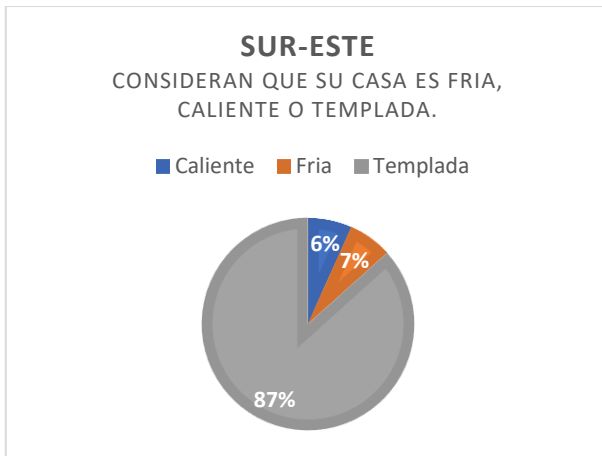


Gráfica 6: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia

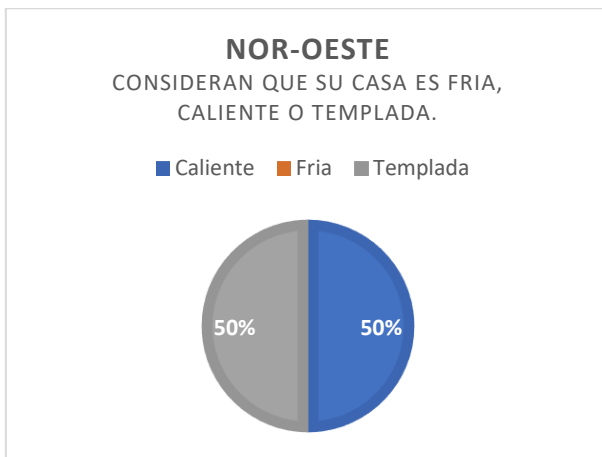
Existe una variación en cuanto a sensación como mejor habitación por temperatura, ya que las viviendas con orientación noroeste y noreste, prefieren las recamaras que son más cálidas, en comparación a las viviendas con la orientación sureste, que las prefieren más frescas. Sin embargo, existe una diferencia muy pequeña entre los gustos por la sensación fría y caliente en esta última orientación.

En relación a los resultados obtenidos entre la gráfica comparativa, podemos concluir que el gusto generalizado de las personas entrevistadas es una recámara cálida.

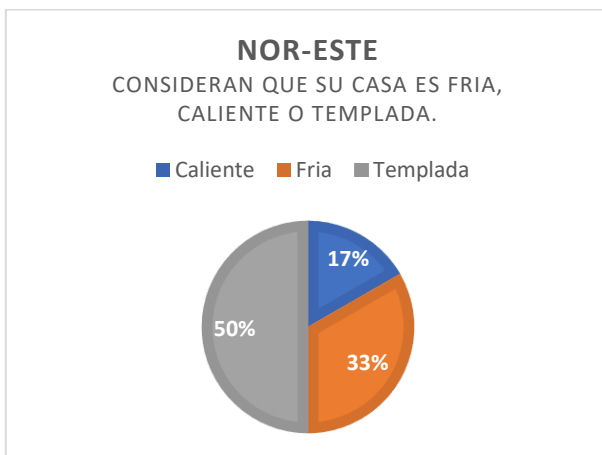
PREGUNTA 12: ¿Considera qué su casa es fría, caliente o templada?



SUR-ESTE La opinión de las personas que viven a esta orientación les agrada la temperatura ya que la sienten templada. Sin embargo, casi en el mismo porcentaje algunos sintieron que era fría y otros caliente.

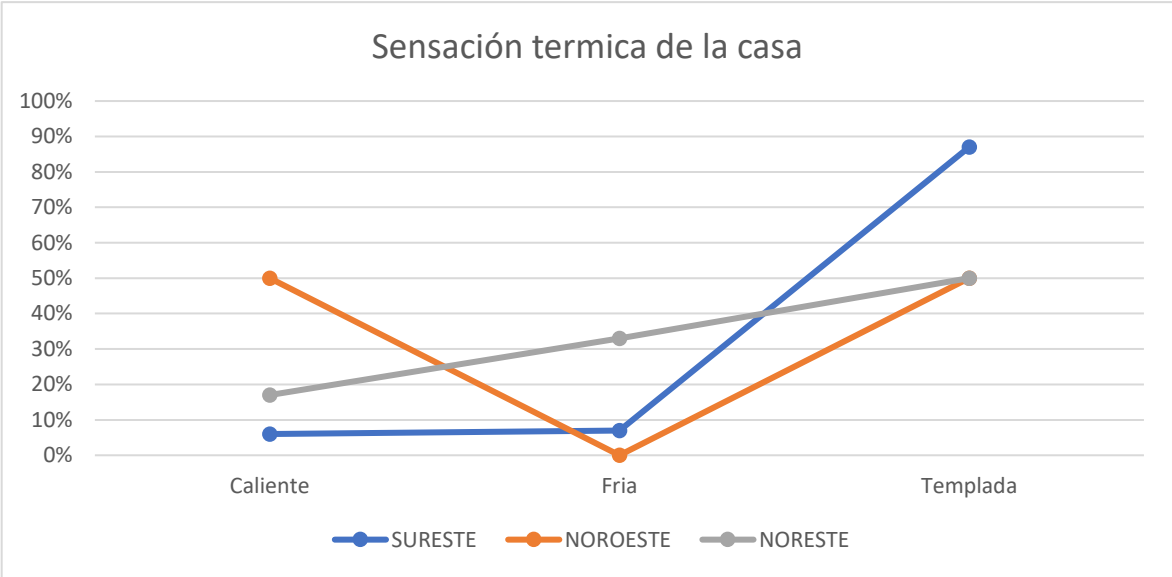


NOROESTE Existe una igualdad de sensaciones de las personas que viven en esta orientación. Lo preocupante es que la mitad de ellos perciben su casa caliente a diferencia de la orientación anterior.



NORESTE Al igual que la orientación de la primera casa, la mitad de los que se entrevistaron sienten su casa templada. Sin embargo, a diferencia de la orientación anterior, en gran porcentaje y en segundo lugar las personas la sienten fría.

Hay unanimidad en la sensación de temperatura templada en las casas. Sin embargo, en el mismo prototipo existen sensaciones de casa fría y caliente, debido al cambio drástico de orientación. Al noroeste, algunas personas perciben su casa caliente ya que su cocina y dos recamaras dan al sur este, recibiendo una radiación solar importante durante el día, y el prototipo de orientación noreste, se percibe fría ya que no tiene ventanas al sur.

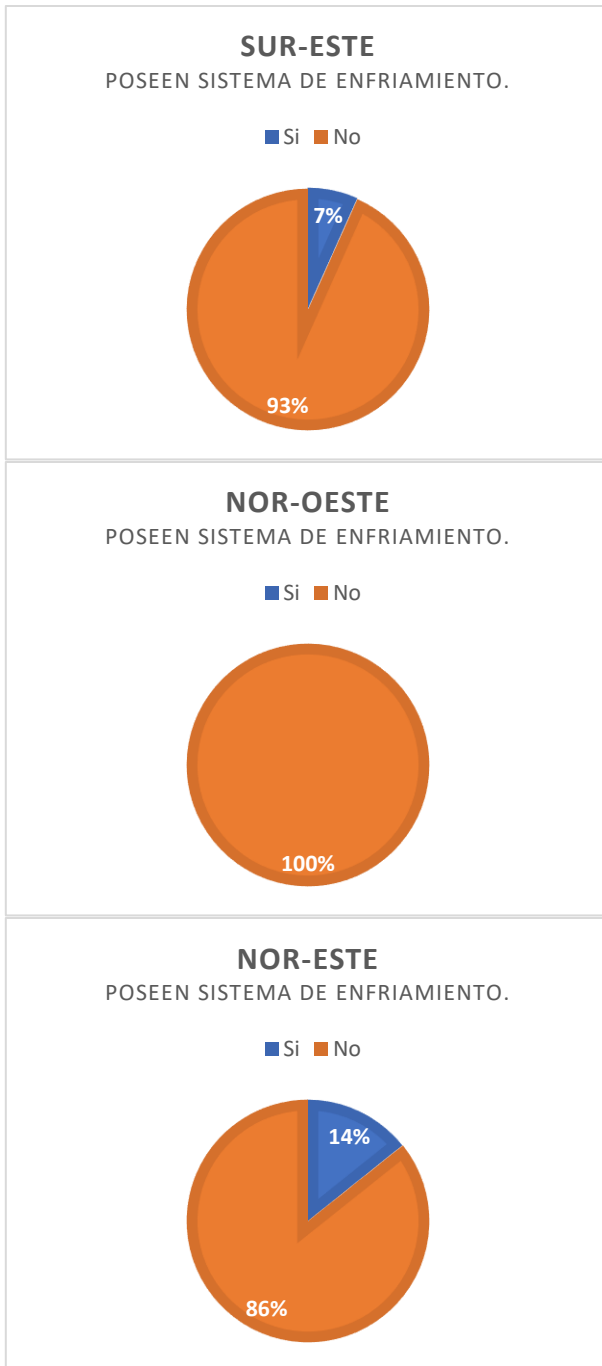


Gráfica 7: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia

A diferencia de las viviendas con orientación sureste y noreste, las cuales perciben su vivienda como templada, la gráfica nos muestra que existe una notable variación en cuanto a la preferencia térmica en las viviendas con fachada noroeste, resultándole a la gente una vivienda caliente y un tanto templada.

Lo anterior relacionado con la fachada noroeste, puede deberse a la constante exposición solar de las habitaciones traseras (que no olvidemos que se encuentran dos en esta fachada) y la cocina junto con el comedor, lo cual representan cuatro ventanas con un importante flujo de calor directo debido a la radiación solar, ya que están orientadas al sureste al ser la parte trasera de la vivienda, orientación que recibe la mayor parte del día el Sol, y al no tener un sistema de control solar, la ganancia térmica es significativa.

PREGUNTA 13: ¿Tienen algún sistema de enfriamiento?



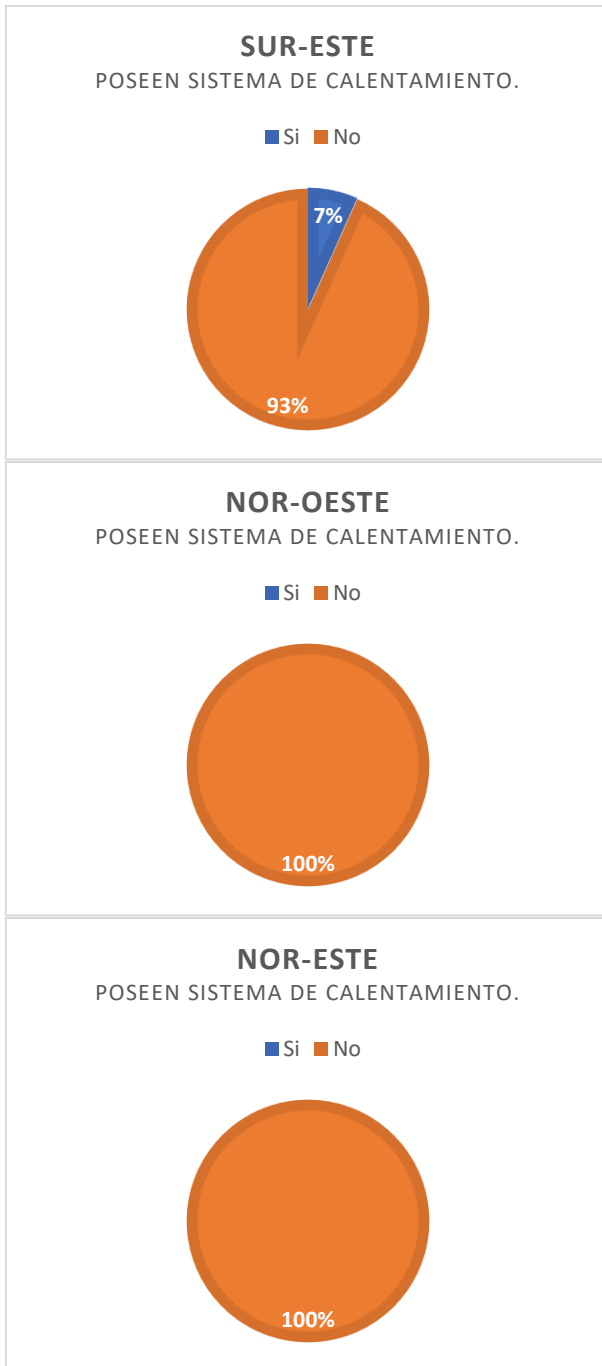
SUR-ESTE La mayoría de las personas no tienen sistemas de enfriamiento ya que perciben su casa templada en su mayoría.

NOROESTE a pesar de que la mitad de los entrevistados sienten su casa caliente, estos no tienen ningún sistema de enfriamiento.

NORESTE La mayoría de las casas no tienen sistema de enfriamiento, puede deberse a que un bajo porcentaje percibe la temperatura templada y fría.

Se observa que el sistema de enfriamiento no es un dispositivo muy usual en el fraccionamiento. Esto puede deberse a diferentes factores, así como el bajo nivel de discomfort por calor.

PREGUNTA 14: ¿Tiene algún sistema de calentamiento?



SUR-ESTE Un bajo porcentaje tiene algún sistema de calentamiento.

NOROESTE Ninguna vivienda posee sistema de calentamiento.

NORESTE Ninguna vivienda posee sistema de calentamiento.

El sistema de calentamiento es muy poco usual en climas semiseco cálido como en la Latitud como la del Municipio de Querétaro. Ya que la mayor parte del año es cálida y templada, las bajas temperaturas solo se presentan en pocos meses del año y son estaciones pasajeras con sensación extrema solo en determinadas horas del día.

Resultados de encuestas sensoriales por confort térmico en planta baja:

Espacio más caliente



Espacio más frío



Espacio con mejor ambiente térmico

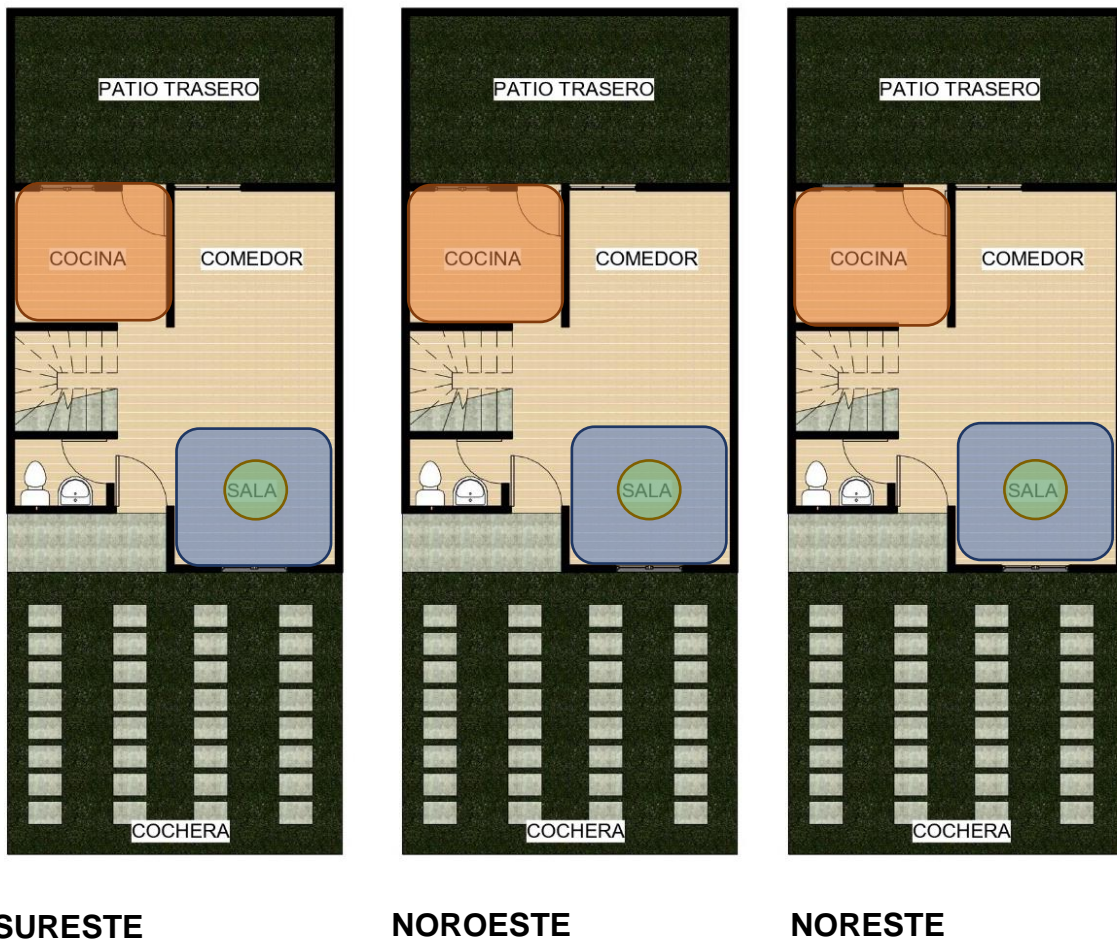


Ilustración 91: Resultados proyectados en planta baja de las diferentes orientaciones presentadas. Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el mayor porcentaje de personas en todas las orientaciones sentían la cocina como el espacio más caliente de la planta baja, esto puede deberse a la orientación ya que ninguna de ellas está orientada al norte como se recomienda en la Latitud de Querétaro según al Esquema de orientación de espacios recomendados para el municipio de Querétaro del Capítulo III. Esto sumado a las actividades de cocción que se realizan dentro del espacio, ya que el comedor no fue mencionado a pesar de tener la misma orientación (Ilustración 91).

En cuanto a los espacios fríos, todas las orientaciones tuvieron como mayor porcentaje la sala, la cual se encuentra orientada en la fachada principal, esto se debe a que las orientaciones dispuestas a la sala entran dentro de lo regular a la óptima según al (Ilustración 91).

La sala es el espacio con mejor sensación térmica por la mayoría de los habitantes del caso de estudio.

Resultados de enuestas sensoriales por confort térmico en planta alta:

- Espacio más caliente ●
- Espacio más frío ●
- Espacio con mejor ambiente térmico ●



Ilustración 92: Resultados proyectados en planta alta de las diferentes orientaciones presentadas. Elaboración propia.

Estos resultados son los más críticos, debido a que vemos la diferencia de sensación térmica por calor que se tiene en un espacio común que es la recámara. Si bien, todas las recamaras percibidas como espacio caliente están orientadas al sur, y las frías al norte. Aquí se demuestra que no existe un diseño paramétrico con las consideraciones térmicas con respecto la orientación (Ilustración 92).

Si bien vemos una constante de preferencia de sensación térmica fresca o fría. En las fachadas principales orientadas al sureste y noroeste, se prefiere un ambiente fresco en las recamaras, ya que en la casa se percibe un ambiente cálido – templado según las respuestas. En cuanto a la vivienda con la fachada al noreste, las personas prefieren la habitación con una sensación térmica cálida, esto puede deberse a que según sus respuestas, el mayor porcentaje dijo que percibe su casa con una sensación térmica templada – fría, de esta manera buscan obtener un espacio cálido que les permita hacer sus actividades, a diferencia de las demás habitaciones en la planta alta (Ilustración 92).

V.4 Análisis de radiación solar en fachadas del caso de estudio

Para completar el análisis del caso de estudio, se realizará un estudio del estrés solar en cada una de las fachadas del caso de estudio, de acuerdo a su orientación correspondiente, con esto podemos observar el nivel de radiación que se obtiene en el sitio y con esto comprobar el nivel de sensación térmica percibido por los habitantes.

Para realizar estos análisis utilizaremos *Autodesk Insight para Revit*, programa informativo que capaz de medir los niveles de radiación solar mediante factores relacionado con el medio ambiente y poder interpretar los resultados que se buscan obtener (Autodesk, 2017). El programa es capaz de mmedir y visualizar la **radiación solar** en ventanas y superficies de la envolvente del edificio. Calcula factores de luz y niveles de iluminación en los diferentes puntos, tomando en cuenta **Sombras y Reflejos**, modela la posición del Sol y su interacción con las superficies del edificio (comunidad ISM, 2017).

SUR ESTE

FRONTAL

Insolación Acumulada

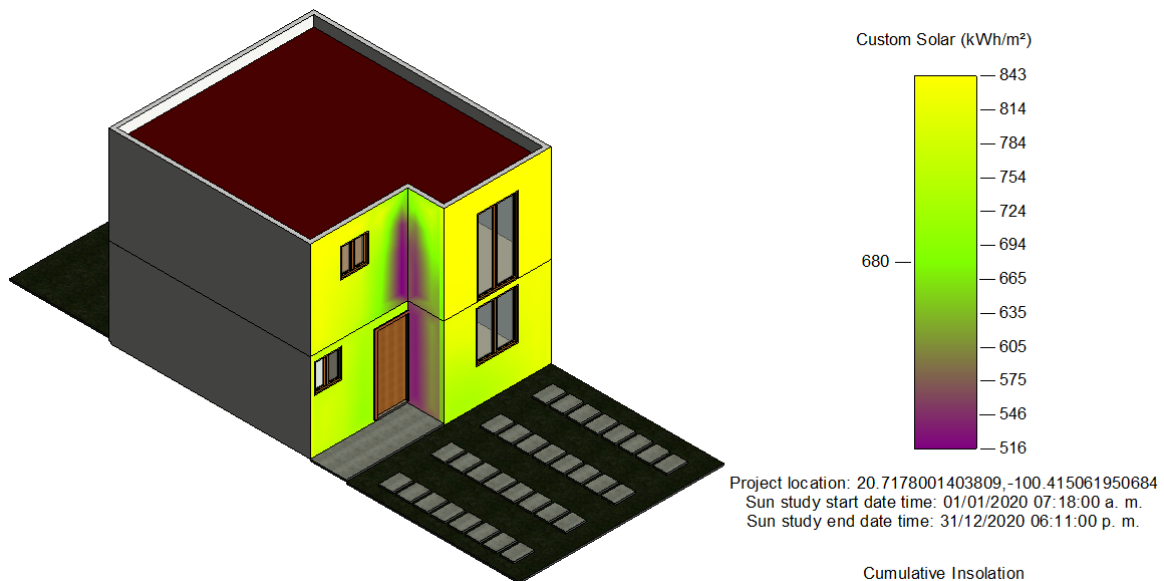
22,411 kWh

726 kWh/m²

Características del análisis.

31 m² superficie estudiada.

1 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Esta superficie presenta una importante carga de radiación solar. Sin embargo, solo dos ventanas son las que presentan una carga importante de incidencia solar, ya que las otras dos, son ventanas de menor dimensión de un baño.

SUR ESTE

POSTERIOR (NOROESTE)

Insolación Acumulada

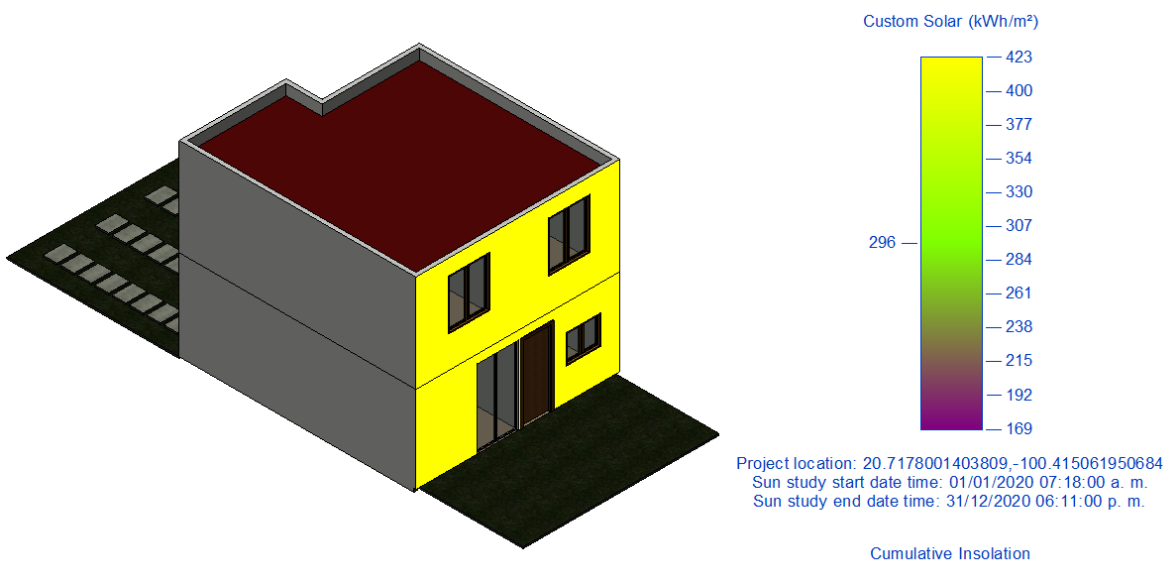
9, 375 kWh

406 kWh/m²

Características del análisis.

23 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Esta fachada posterior tiene un nivel de radiación más bajo, debido a que está orientada al norte. Sin embargo, al tener contacto con el oriente, se tendrán ganancias importantes de masa térmica por radiación solar en los meses relacionados con el solsticio de verano; mayo, junio, julio y agosto.

NOR OESTE

FRONTAL

Insolación Acumulada

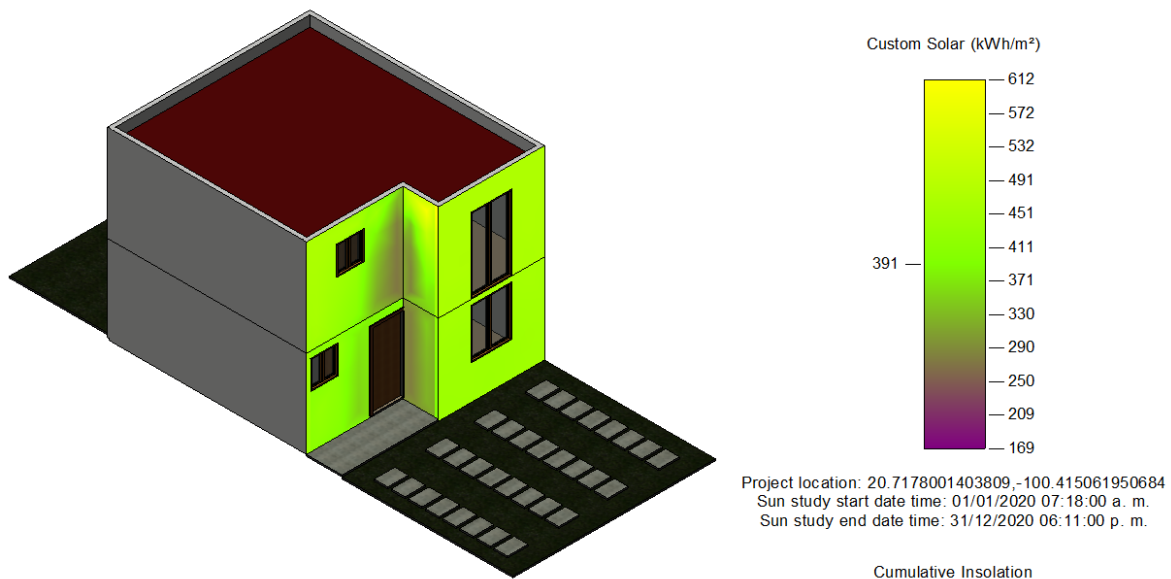
12,722 kWh

412 kWh/m²

Características del análisis.

31 m² superficie estudiada.

1 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Esta fachada no es muy preocupante, debido a que obtiene muy pocas ganancias térmicas a lo largo del día ya que está dirigida al norte y únicamente se trata de dos ventanas importantes, ya que las otras dos son pequeñas y se trata de baños. Sin embargo, por la tarde es importante cuidar las ventanas ya que esta su norte está inclinado al oriente.

NOROESTE

POSTERIOR (SURESTE)

Insolación Acumulada

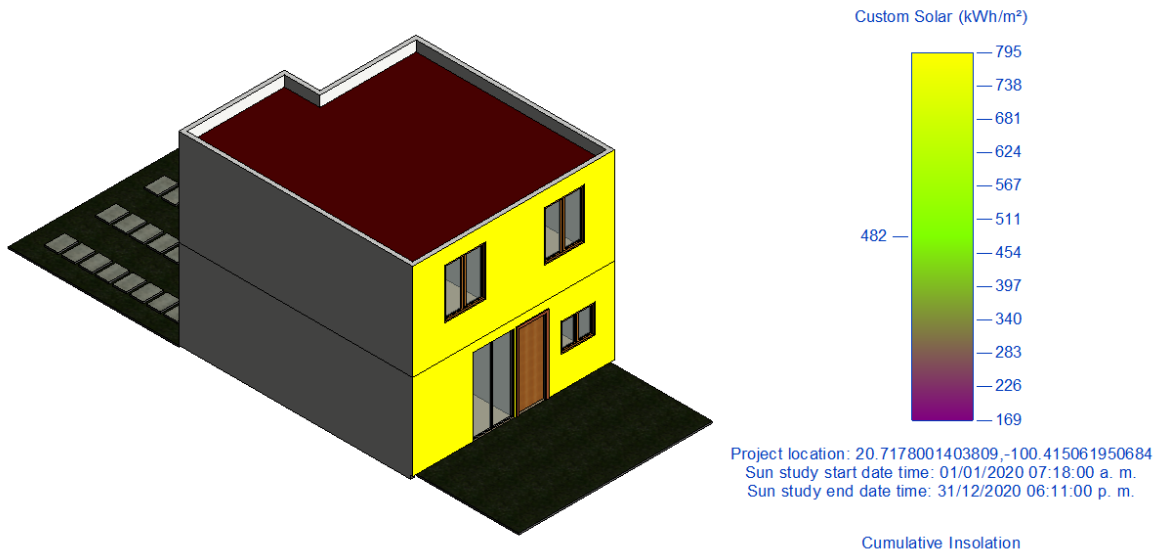
17,414 kWh

755 kWh/m²

Características del análisis.

23 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Esta fachada es la más crítica de todas las demás ya que tiene un nivel de radiación solar alto y el mayor porcentaje de acristalamiento de la vivienda, contando con 4 importantes ventanas de gran superficie, una de ellas a la cocina. Esta fachada representa una entrada importante de masa térmica a toda la vivienda gracias a las ventanas.

NORESTE

FRONTAL

Insolación Acumulada

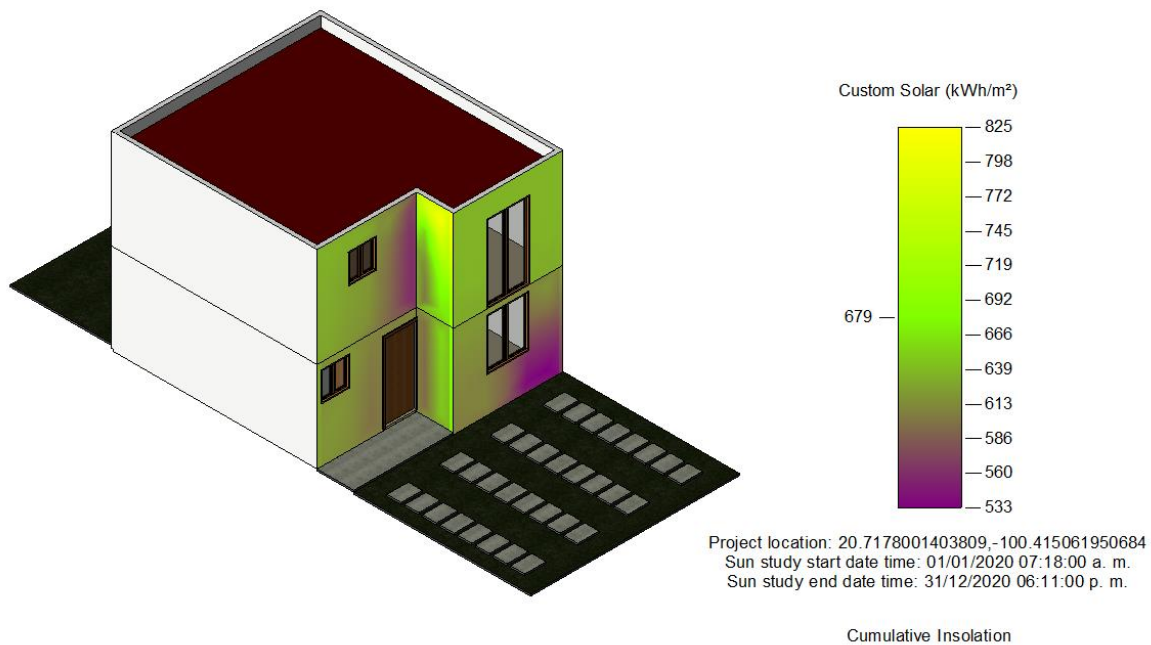
19,226 kWh

630 kWh/m²

Características del análisis.

31 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



En esta fachada se tiene un gran nivel de radiación solar por las mañanas, la ventaja de esta orientación es que únicamente es por las mañanas, las cuales son frescas habitualmente en esta latitud. Otra de las ventajas, como se observa en la representación de la fachada, el estrés solar solo es en ciertas partes de la fachada.

NORESTE

POSTERIOR (SUROESTE)

Insolación Acumulada

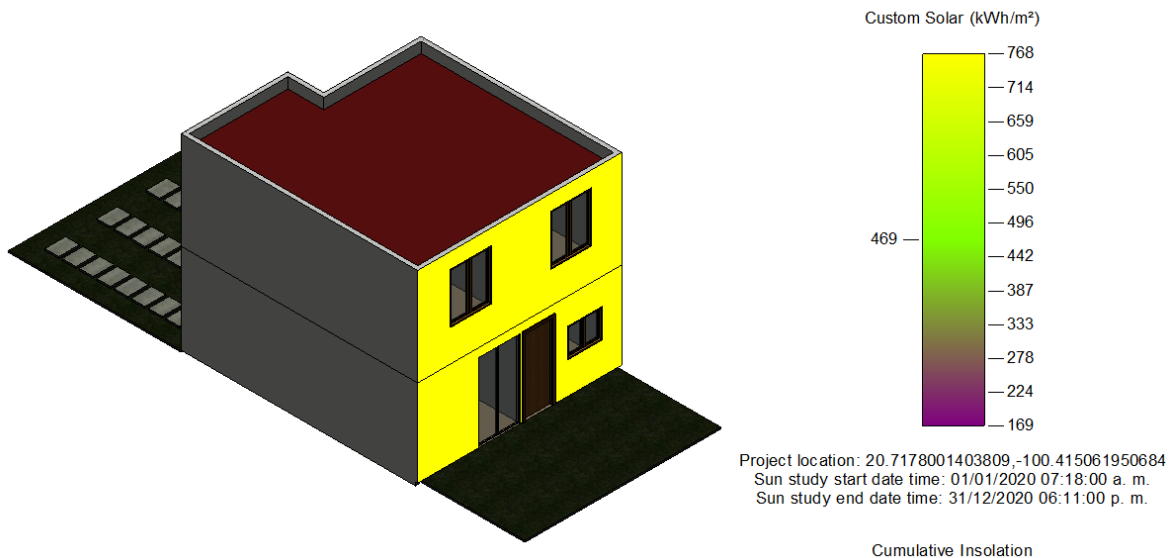
17,471 kWh

768 kWh/m²

Características del análisis.

23 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Esta fachada es de las más perjudiciales en esta latitud, se aprecia como el nivel de estrés solar es parejo en todas las superficies debido a la carencia de volumetría en la fachada. Otro punto negativo es el mal diseño de las superficies acristaladas, ya que el mayor porcentaje de acristalamiento de la vivienda, contando con 4 importantes ventanas de gran superficie, una de ellas a la cocina.

Esta radiación es la que se encuentra por la tarde, siendo poco agradable y muy caliente debido a que el aire y ambiente se encuentra caliente por la exposición del Sol a lo largo del día y esta fachada recibe la última mitad del Sol durante el día.

AZOTEA

Insolación Acumulada

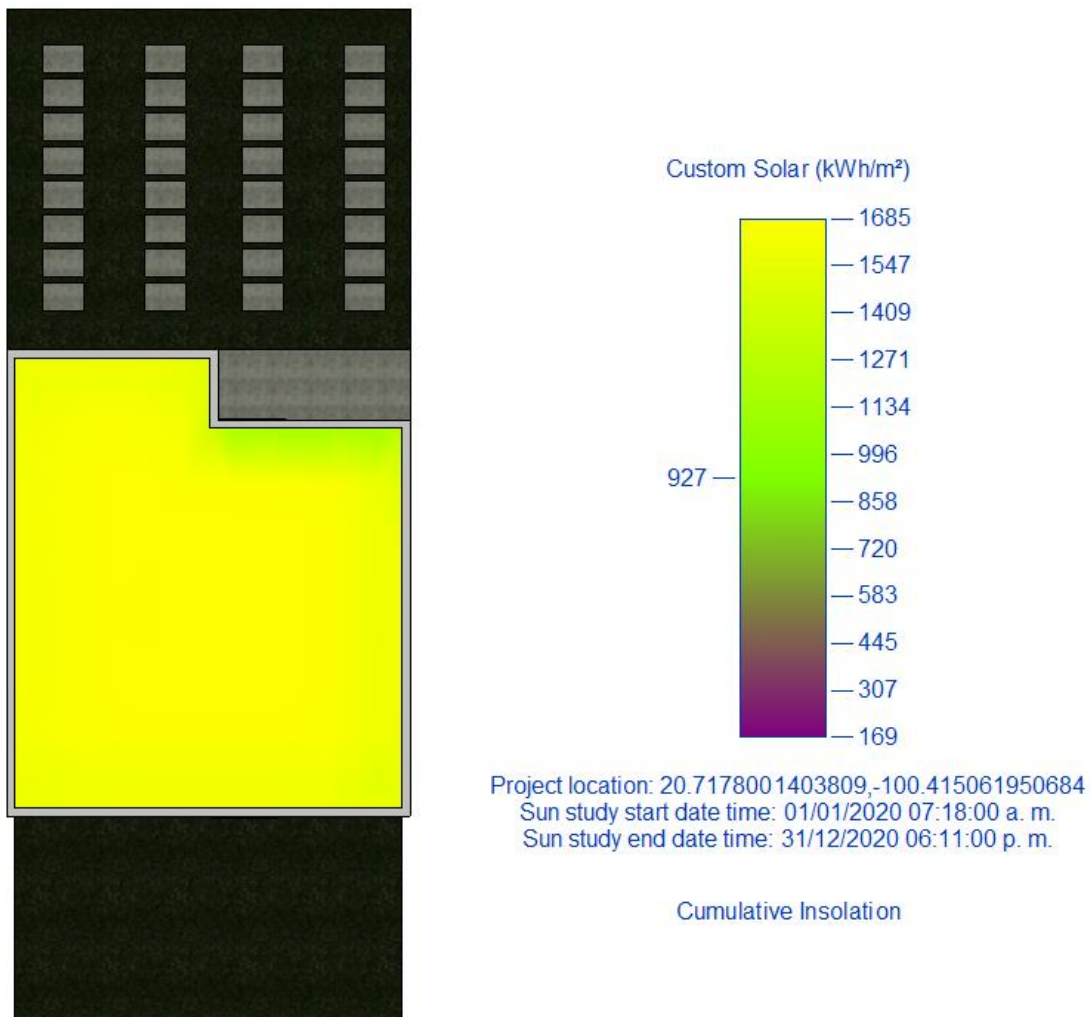
53,943 kWh

1,541 kWh/m²

Características del análisis.

35 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.

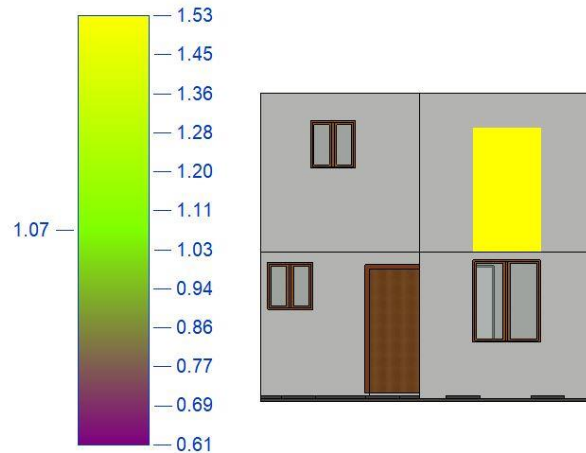


En la quinta fachada se encuentra una radiación constante en todos los techos, ya que esta carece de orientación. Es importante protegerla con alguna estrategia bioclimática para evitar una ganancia de masa térmica por conducción.

ANÁLISIS EN VENTANAS

Se realizará un análisis específicamente en las ventanas de cada una de las orientaciones, con el objetivo de recabar los datos de radiación solar recibida y obtener una comparativa para comprobar los cambios presentados al método usado en la propuesta.

Custom Solar (kWh/m²)

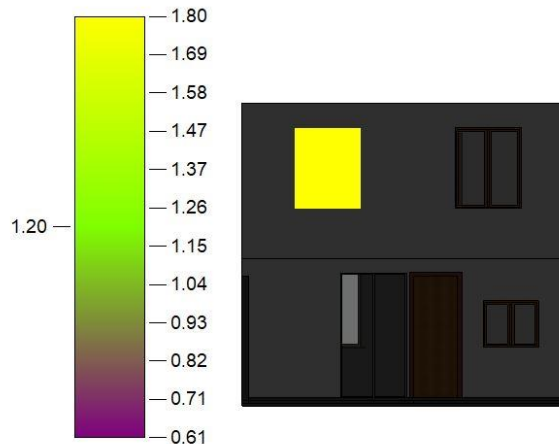


Fachada noroeste

Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 06:12:00 a. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation

Custom Solar (kWh/m²)

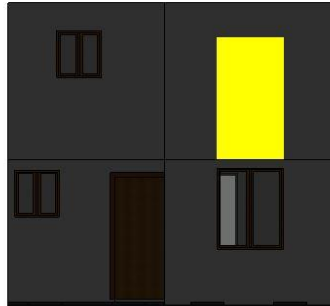
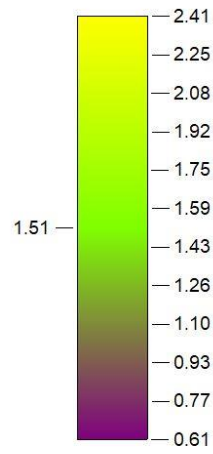


Fachada sureste

Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 06:12:00 a. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation

Custom Solar (kWh/m²)

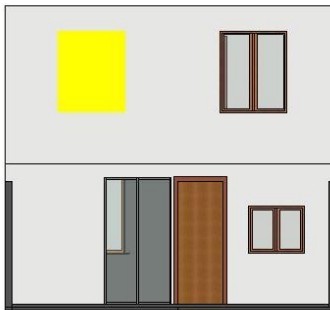
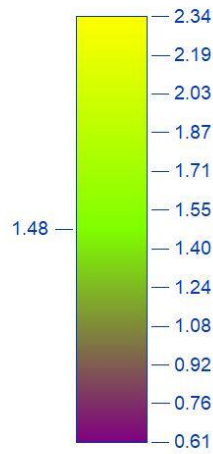


Fachada noreste

Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 06:12:00 a. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation

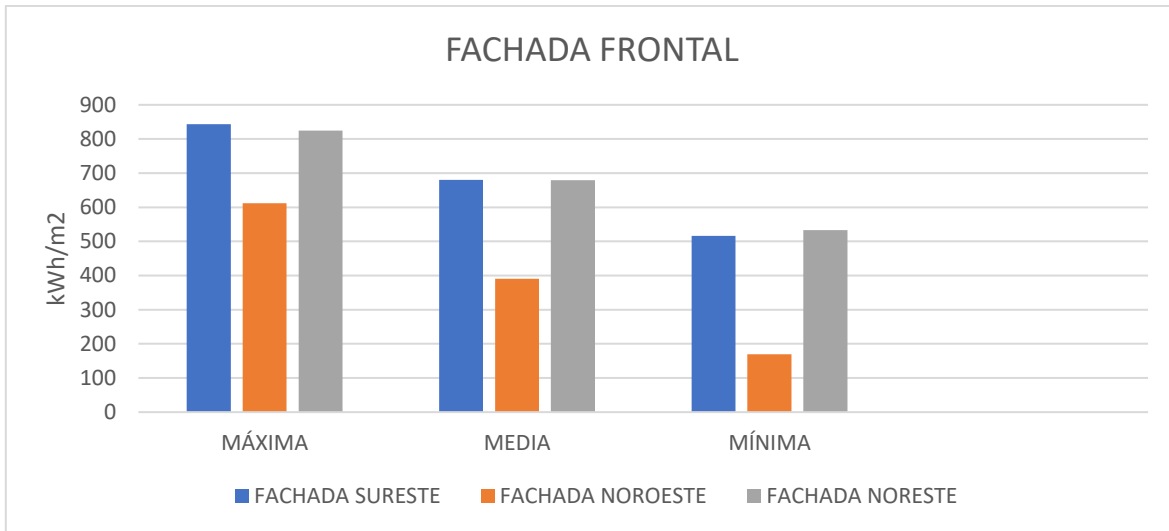
Custom Solar (kWh/m²)



Fachada suroeste

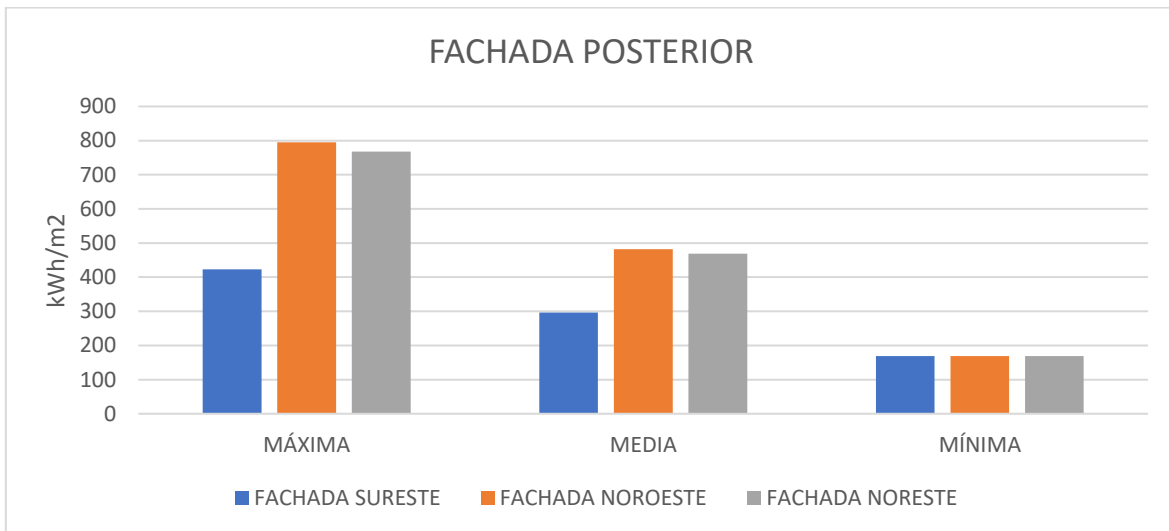
Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 06:12:00 a. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation



Gráfica 8: Análisis comparativo de estrés solar por radiación directa en fachadas. Elaboración propia

Dentro de las fachadas con menor estrés solar por radiación solar directa pertenece a la fachada noroeste, con una notable disminución de radiación solar. Por otra parte, la que tiene una mayor radiación solar es la orientación sureste, que la acompaña no por mucha diferencia la noreste.



Gráfica 9: Análisis comparativo de estrés solar por radiación directa en fachadas. Elaboración propia

A diferencia de la gráfica anterior, el estrés solar de la fachada sureste y noroeste es lo contrario en su fachada posterior. En la fachada posterior de la orientación noroeste, se muestra como la fachada con mayor estrés solar, acompañada y la acompaña con un poco diferencia la fachada noreste. Y en la fachada posterior de la fachada sureste se tiene el menor índice de radiación solar.

V.5 Propuesta de diseño; simulación con la reconfiguración de la traza urbana y la vivienda

Una vez obtenidos los resultados de caso de estudio, se compararán con una nueva propuesta basado en las **reglas de diseño** en la vivienda descritas en el Capítulo III, y determinar si existe una disminución y beneficio.



170
Ilustración 93: Propuesta de lotificación con orientación óptima de acuerdo a la latitud del municipio de Querétaro. Elaboración Pronia.

y mismo número de cajones de estacionamiento de visitas y espacio para caseta de vigilancia.

Este acomodo tiene los siguientes porcentajes de ocupación:

- 17.22 % Áreas verdes y amenidades.
- 60.5 % Viviendas.
- 22.28 % Vialidades.

Con esto se comprueba que la traza urbana puede configurarse de tal manera que respete la misma orientación en la lotificación de predios común y óptima de acuerdo a la latitud del municipio de Querétaro, sin limitar el diseño bioclimático tanto en el trazado de vialidades cómo en el emplazamiento de las viviendas.

Con esta propuesta, además de reorganizar la traza urbana de manera que permita el emplazamiento longitudinal de la vivienda sur – norte, este acomodo genero un aumento en el porcentaje de áreas verdes en un 7.42 % y se redujo un 7.32 % en las vialidades.

Beneficios de la propuesta de la traza urbana

El aumento de las áreas verdes beneficia tanto a los desarrolladores inmobiliarios como a los habitantes, ya que es más atractivo a la venta una unidad condominal con mayor porcentaje de áreas verdes y amenidades, así como a las personas las cuales puedan gozar de más áreas verdes y aprovechar su vegetación.

La disminución de las vialidades representa un ahorro en el costo del desarrollo urbanístico, lo cual se vuelve atractivo a las desarrolladoras ya que como se mencionaba en el párrafo anterior, además de ser un plus de venta, también representa un ahorro económico. Si bien, esto también trae ciertas ventajas a los habitantes, ya que, al contar con menos vialidades, en este caso vehiculares, provoca menor superficie de tránsito vehicular y por ende mayor seguridad principalmente para los niños.

Modelo propuesto de vivienda

Ahora bien, de acuerdo a la traza urbana se debe modificar el modelo de la vivienda, la cual debe estar dispuesta al movimiento solar de su latitud. Recordando que el trazado urbano al respetar una orientación sur – norte, en esta latitud, tiene la ventaja de aprovechar el Sol con un rendimiento mayor relacionado con la temperatura en cada época del año, debido a la inclinación solar.

Este modelo sembrado en un terreno con las mismas medidas del caso de estudio, cuenta con el mismo programa arquitectónico; misma superficie en cada espacio, pero con las orientaciones óptimas para cada habitación; sistema constructivo para evitar el aumento de costo estructural; así como criterio en instalaciones hidrosanitarias respetando la verticalidad del cubo húmedo en



baños, siguiendo el criterio de un baño arriba del otro.

Ilustración 94: Planta baja arquitectónica de prototipo de vivienda en serie. Elaboración propia.

Este prototipo surge a través de la investigación documental obtenida a lo largo de esta tesis, tomando en cuenta parámetros de diseño utilizados a lo largo del tiempo en viviendas solares y bioclimáticas. Se realizará la simulación en el mismo punto de latitud que el caso de estudio y compararemos la diferencia de radiación solar directa al que están expuestas ambas viviendas a distinta orientación.

En la planta baja se encuentran la sala, comedor y cocina de manera lineal, distribuidos por una misma vestibulación que los comunica directamente. La cochera, de un solo vehículo igual al caso de estudio, tiene un acceso por la cocina. El baño se encuentra junto al acceso principal y escaleras, justo debajo del baño de la planta alta.

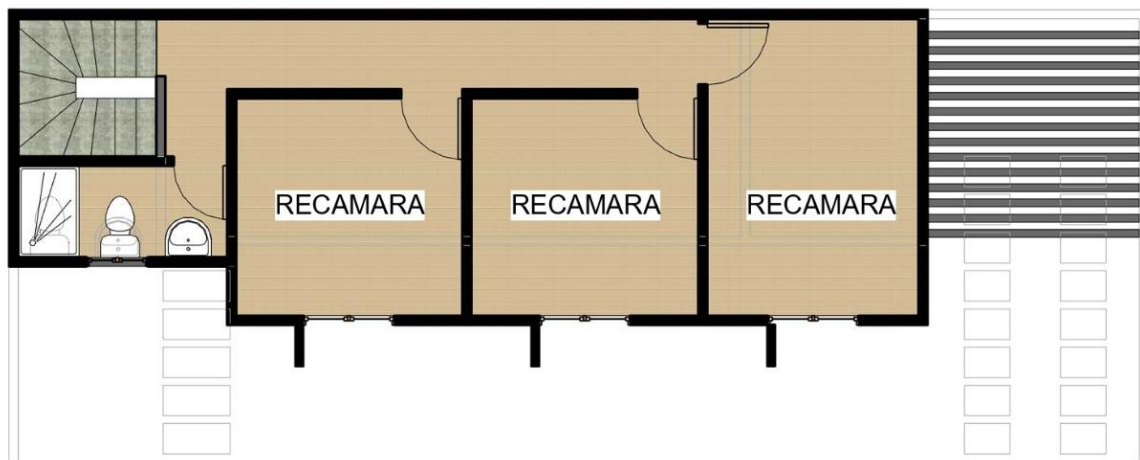


Ilustración 95: Planta alta arquitectónica de prototipo de vivienda en serie. Elaboración propia.

En la planta alta se encuentran las recamaras linealmente con un mismo acceso vestibular, todas cuentan con la misma orientación y superficie acristalada, orientada al sur como se sugiere en nuestra latitud. Cada vano de venta orientado al sur contiene un sistema de protección solar que evita la radiación solar por la tarde al acercarse la puesta del Sol en el oriente, ya que este Sol es el que más perjudica a las habitaciones al aumentar la temperatura por la alta incidencia de radiación al bajar el Sol, por ello se propone un partesol que evite la radiación por

la tarde, después de las 15:00 por el Sol que incide. Cada espacio de la vivienda tiene la misma superficie en m² al de caso de estudio.



Ilustración 96: Planta de azotea de prototipo de vivienda en serie. Elaboración propia.

En la planta de azotea se observa un sistema de pergolado compuesto que permite la iluminación en el pasillo de la planta alta y parte de las escaleras, con un tacho de color blanco que permite la reflexión de la luz y propicia una mejor iluminación sin dejar entrar la radiación solar directa.

Medición de propuesta comparativa

El análisis que se realizará será promediando el acumulado anual de radiación solar, al igual que el que se hizo en el caso de estudio, con la intención de lograr una comparativa final, con las fechas del 1 de enero al 31 de diciembre.

Se analizarán las zonas que resultaron con mayor diferencia de sensación térmica en la encuesta realizada en el estudio de caso, con el objetivo de disminuir y controlar la radiación solar recibida en esos espacios.

También se analizará de manera paralela las fechas más críticas de la época del año en la latitud del municipio de Querétaro, entendiendo como más críticos aquellos que resultan con picos de temperaturas más frías y calientes registradas en la gráfica del **G2 y G4 del CAPÍTULO II**, las cuales hay que cuidar para evitar el aumento y disminución de temperatura.

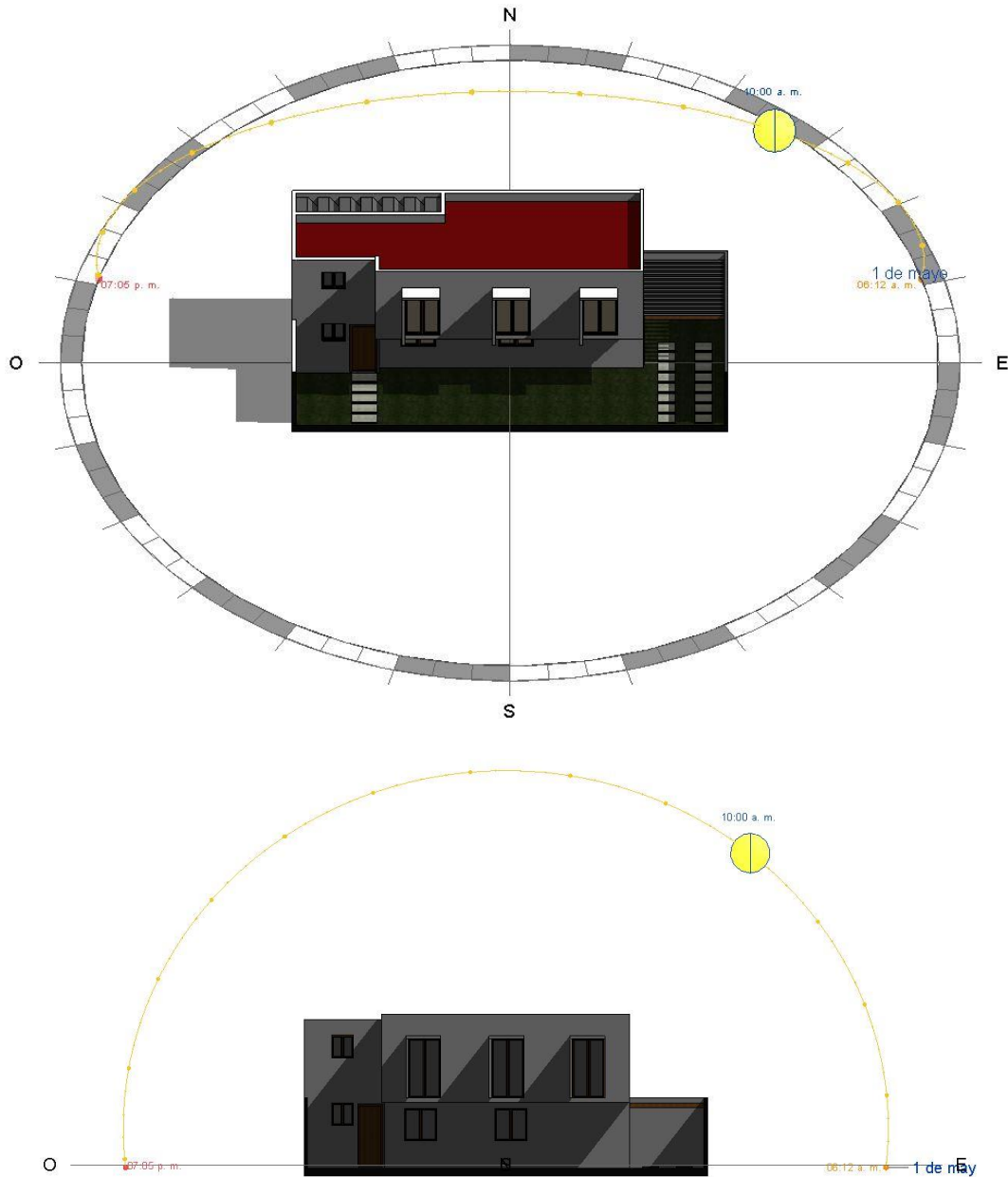
Estas fechas son; el 26 de diciembre, en esta fecha se tienen registrado en promedio los márgenes más bajos de temperatura, coincidiendo en esta fecha con el solsticio de invierno, época del año en donde el Sol se encuentra con una mayor inclinación, la cual debe aprovecharse y tomar en cuenta para el diseño de las protecciones solares, ya que aquí se debe permitir la entrada del Sol. La segunda fecha será el 01 de mayo, fecha intermedia entre el mes de abril y mayo donde se localizan los picos más altos de temperatura anuales, tomando especial cuidado de evitar el asoleamiento y presentar un diseño capaz de evitar la radiación solar en su totalidad.

Se tomarán en cuenta los resultados obtenidos de las encuestas en las sensaciones térmicas del caso de estudio, en las cuales las personas en su mayoría preferían en la planta baja espacios más frescos, especialmente la cocina. En la planta alta donde se tenían las recámaras la mayoría de las personas preferían un ambiente relativamente cálido.

En la parte de abajo se mostrará el estudio de asoleamiento con las fechas correspondientes y se referirá la incidencia solar únicamente desde las ventanas.

FACHADA SUR

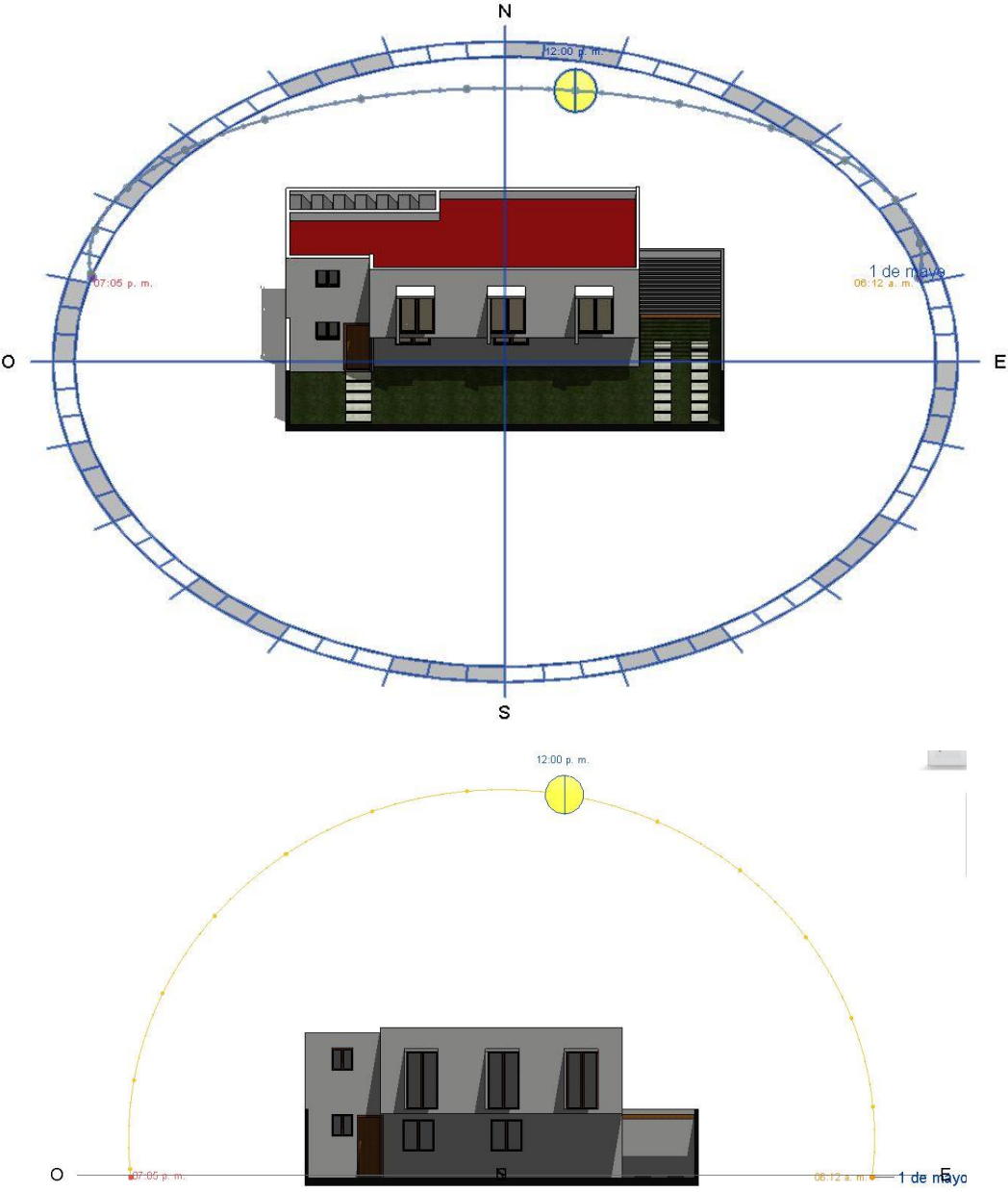
1 mayo, 10:00



Por la mañana, se permite la incidencia solar en las recamaras para obtener una ganancia térmica considerable, tomando en cuenta que las mañanas son frescas y

no se genera un conflicto con las actividades en el horario de la recamara. En la planta baja, se evita totalmente la incidencia solar en las ventanas

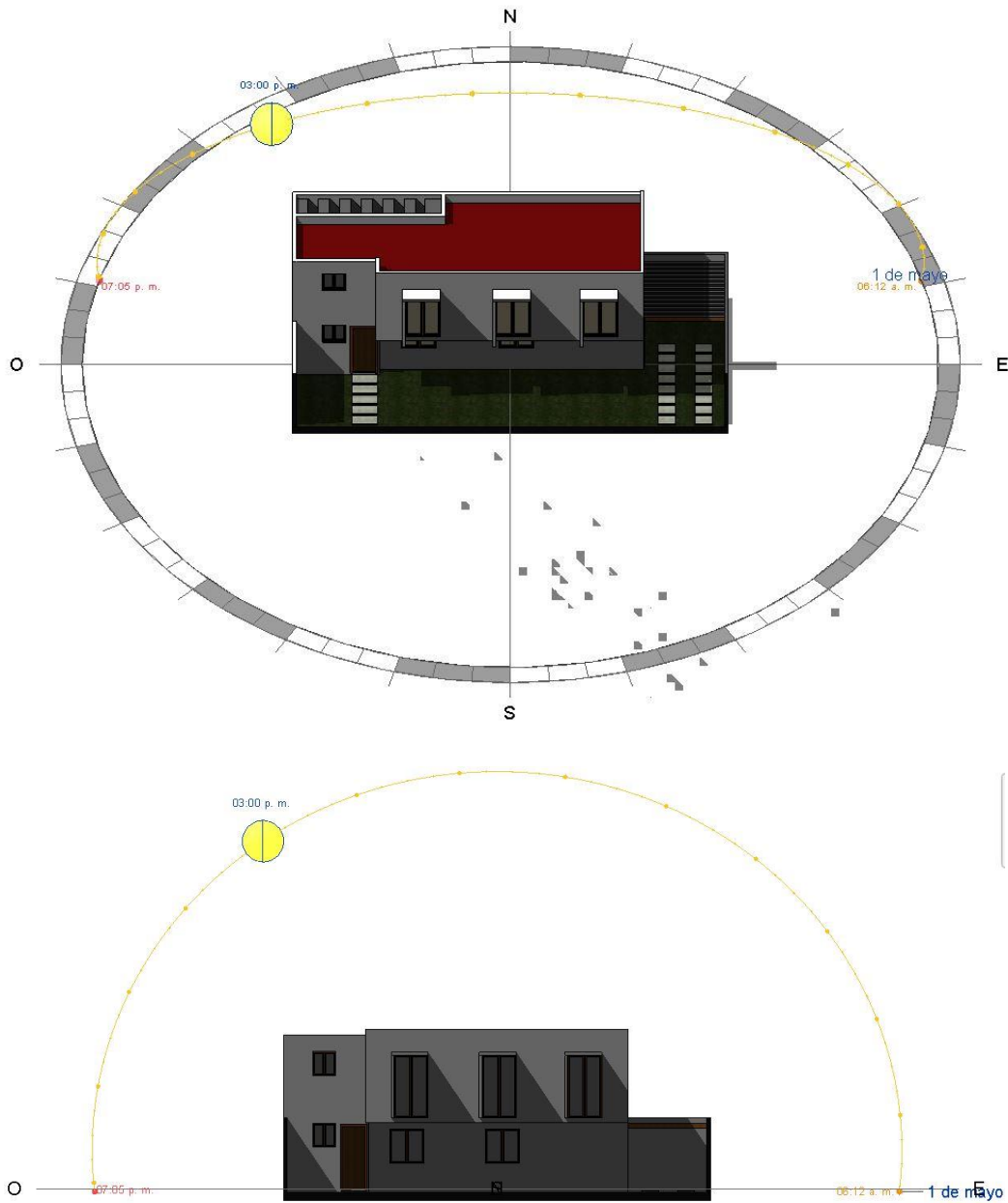
1 mayo, 12:00



En este horario, se evita totalmente la incidencia solar en las ventanas tanto de las recamaras; por volado horizontal en planta alta, y en la planta baja por el volado generado por el segundo nivel. Evitando que exista un aumento de temperatura en

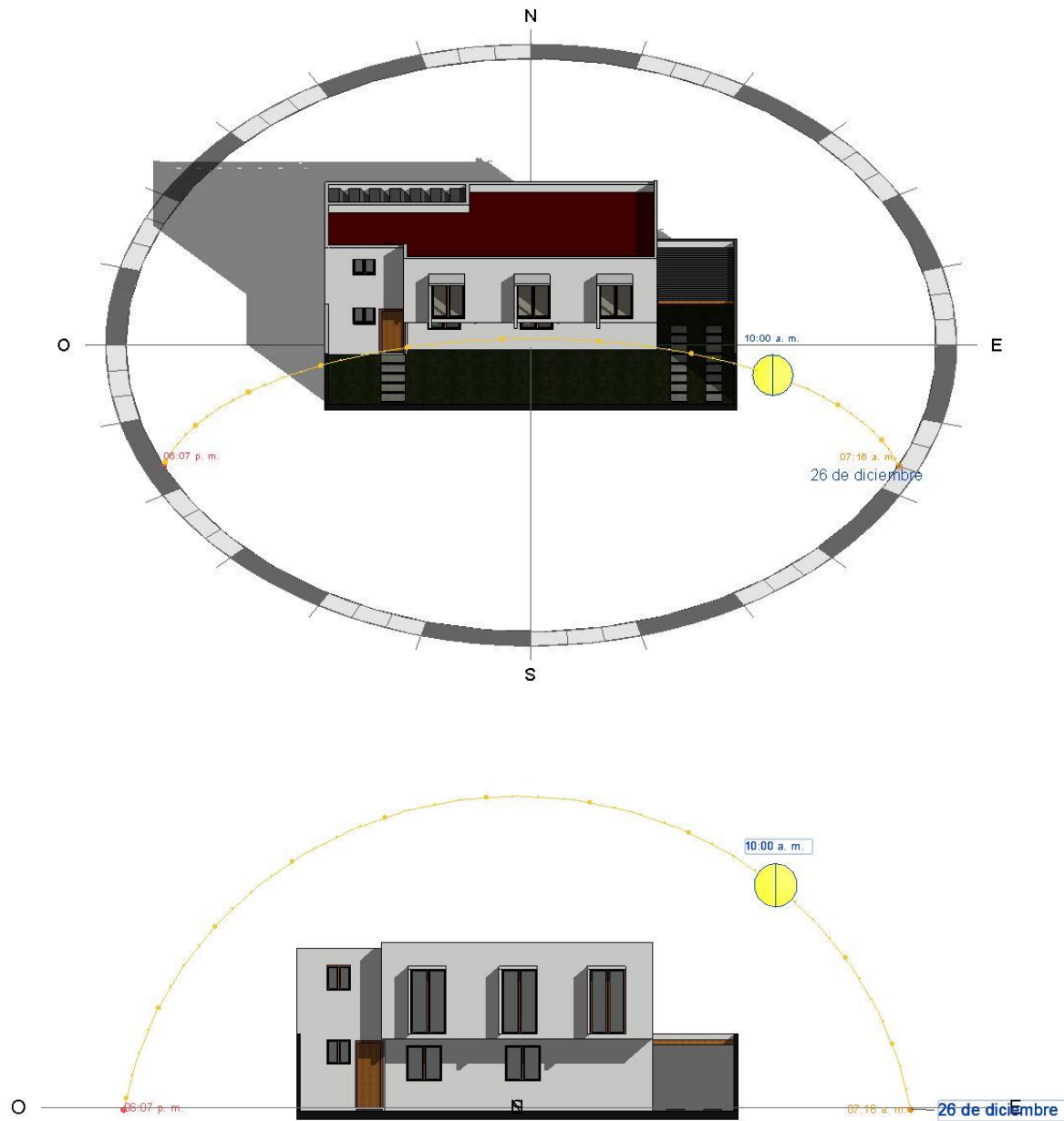
los espacios a partir de este horario. Es decir, se evita la ganancia de masa térmica, causante del aumento de temperatura, por la radiación solar directa.

1 mayo, 15:00



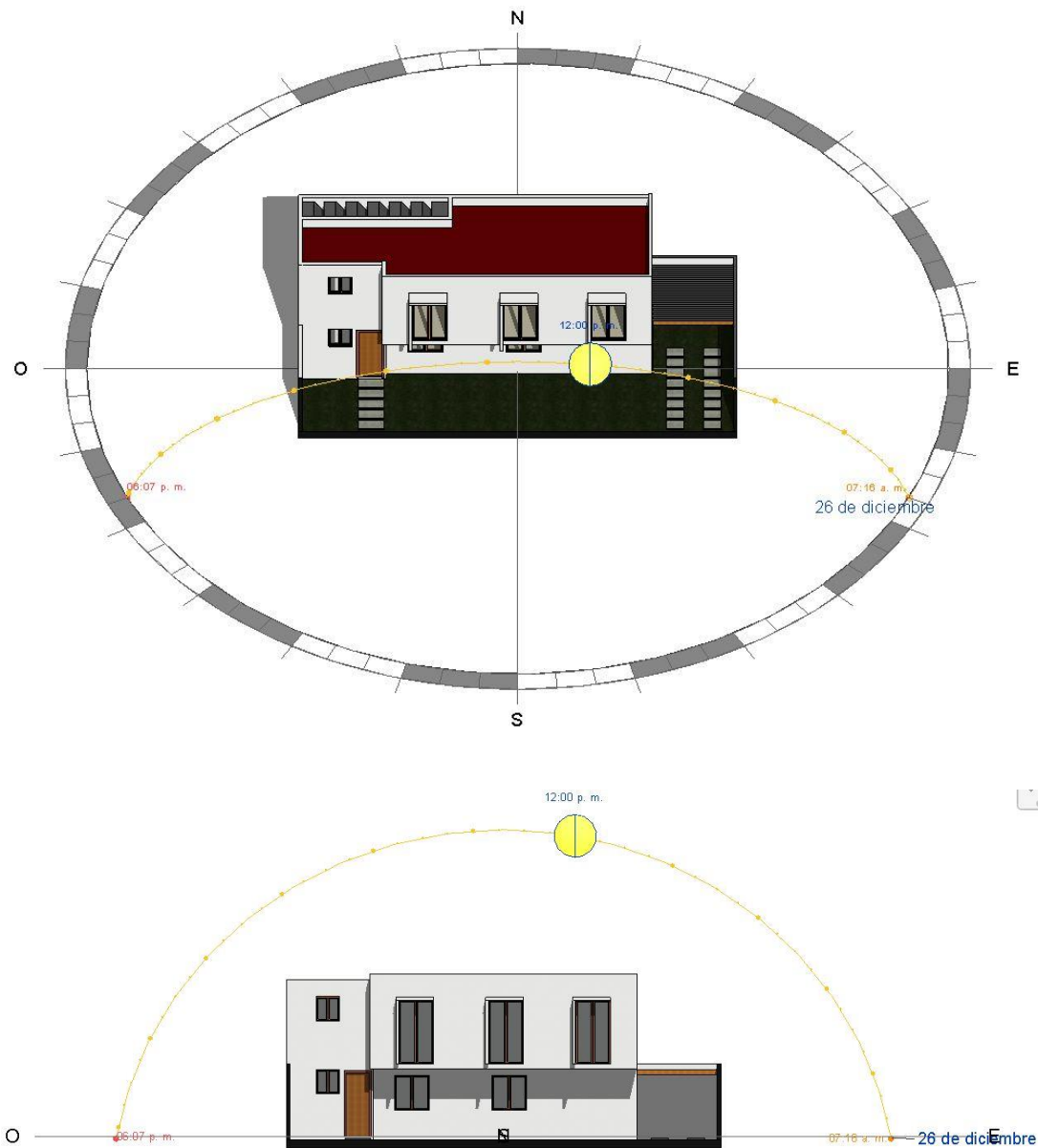
Por la tarde existe una nula incidencia solar en ambos niveles; en la planta alta gracias al partesol propuesto, y en la planta baja por el volado generado por la planta alta.

26 diciembre, 10:00



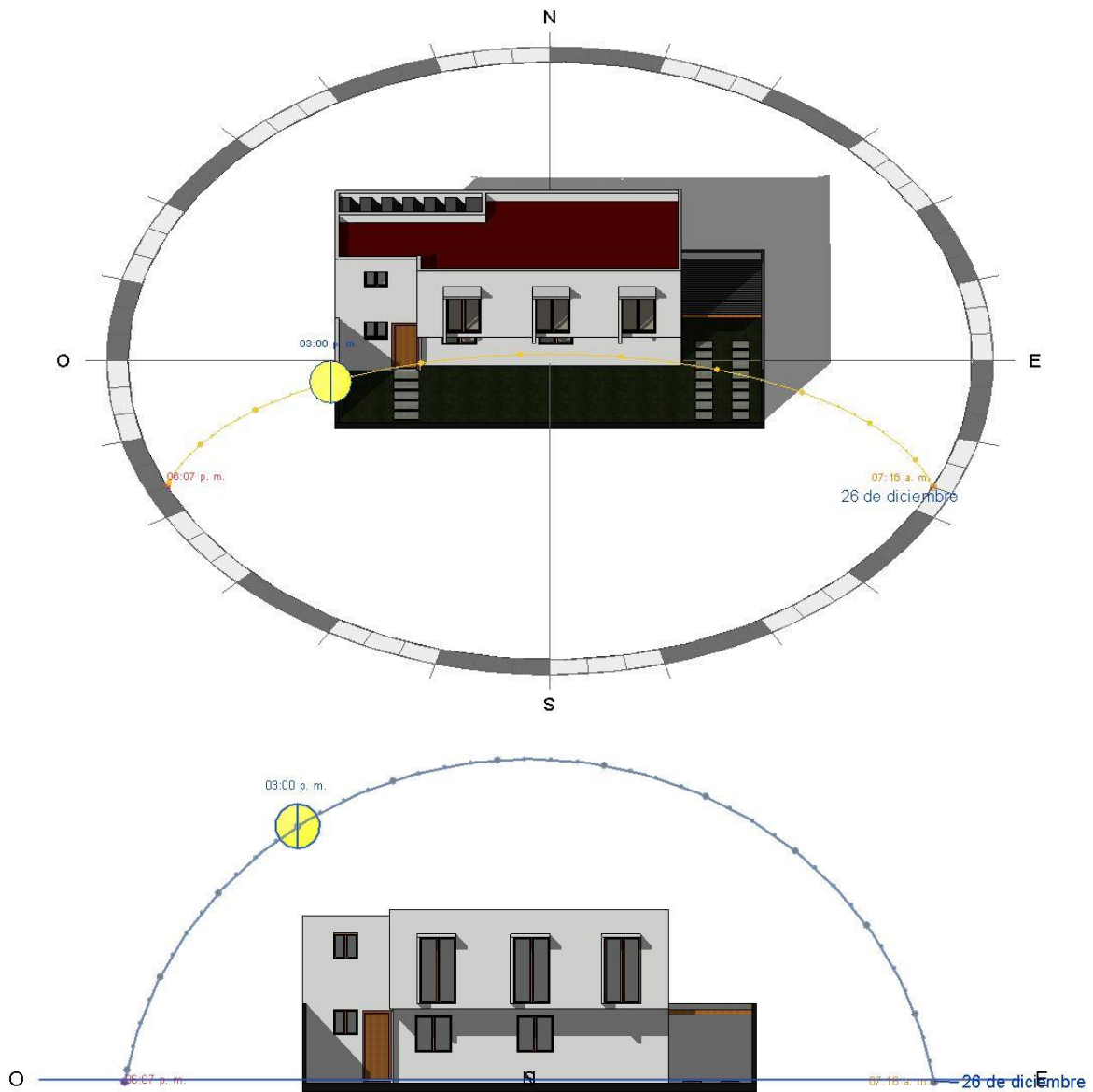
En este mes, donde se presentan temperaturas bajas, se aprovecha la baja inclinación del Sol y se permite la radiación solar desde la mañana, para generar ganancias de masa térmica que permita mantener una temperatura lo más elevada en esta época tanto en la planta alta como en la planta baja.

26 diciembre, 12:00



En el medio día se sigue permitiendo la radiación solar, el volado en la planta alta es lo suficientemente pequeño para que, gracias a la inclinación del Sol, permita la incidencia en la ventana, pero en mayo evitarla. Lo mismo pasa en la planta baja, se permite la entrada del sol gracias a que el volado de la planta ante esta proporcionado para permitir el Sol en esta época.

26 diciembre, 15:00



Por la tarde el partesol en las recamaras está diseñado para que permita la entrada del Sol y permita calentar la recamara hasta la tarde. Al igual que el volado, el partesol evita el Sol en verano y en meses cálidos, y lo permite en los meses fríos. En la planta baja, al igual se permite la incidencia solar con el objetivo de que ganar la mayor cantidad de masa térmica posible en estos meses causada por la radiación solar.

FACHADA GENERAL DE LA CASA

Insolación Acumulada

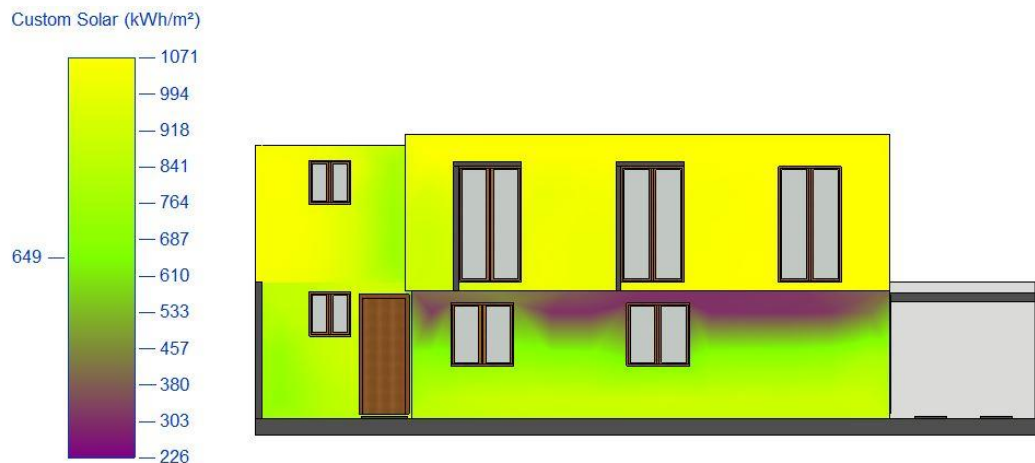
61,236 kWh

883 kWh/m²

Características del análisis.

69 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



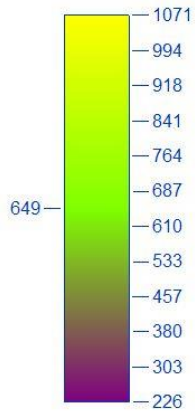
Project location: 20.7178001403809, -100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Cumulative Insolation

El estrés solar por radiación es mayor en la planta alta, llegando a niveles de hasta 1071 kw/m². Sin embargo, las ventanas se encuentran protegidas para evitar el mismo estrés solar que el resto del muro en la planta alta.

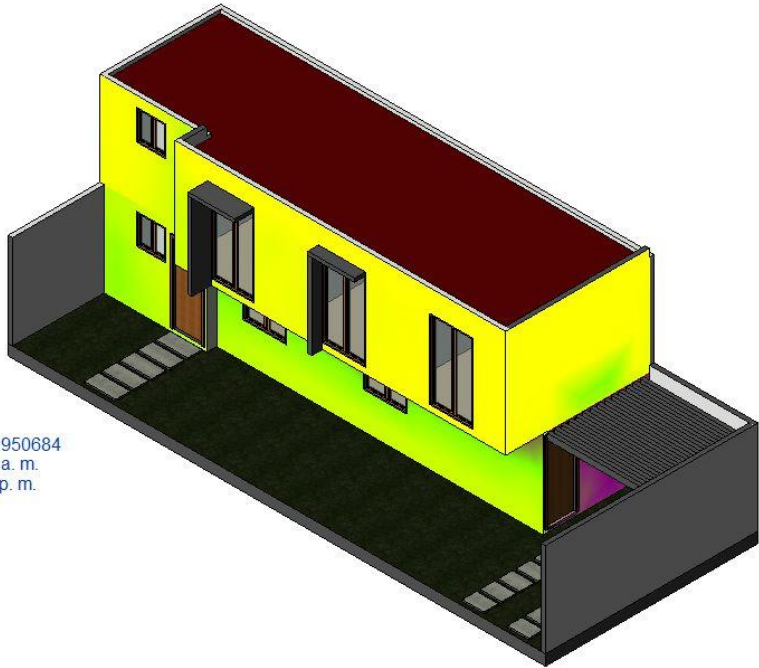
Por otra parte, en la planta baja se aprecia una notoria diferencia en el estrés solar el cual es causado por el volumen que simula un volado hacía la planta baja, obteniendo ganancias por debajo de los 700 w/m² en solo la mitad del muro, evitando que exista una mayor ganancia de masa térmica.

Custom Solar (kWh/m²)

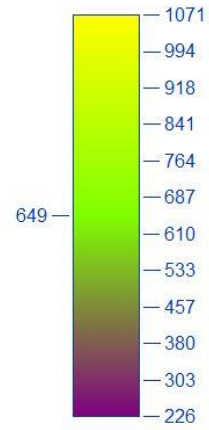


Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Cumulative Insolation

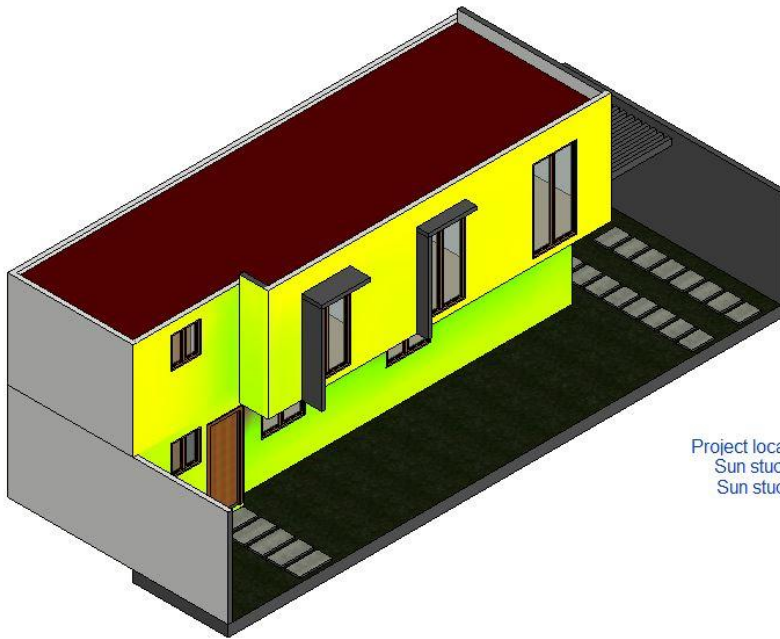


Custom Solar (kWh/m²)



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Cumulative Insolation



ANÁLISIS INTERNO DE PLANTA BAJA

Insolación Acumulada

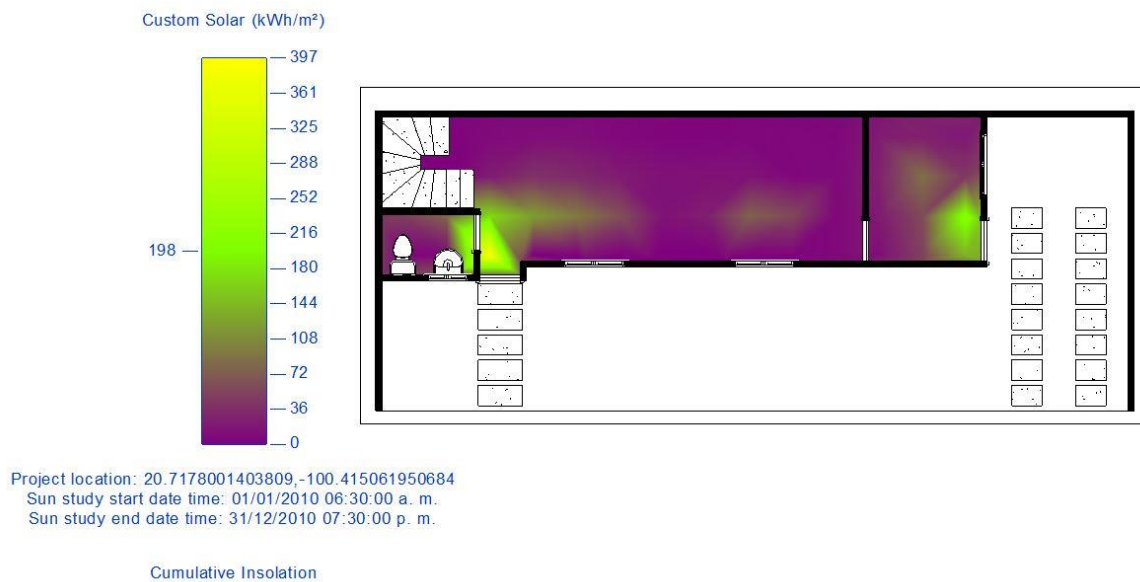
1,317 kWh

38 kWh/m²

Características del análisis.

35 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



El análisis interno de la planta baja en relación a la radiación solar permitida al interior, es mucho menor al de la radiación anual en la latitud, con niveles máximos de 397 kw/m², el cual representa un nivel bajo en esta latitud. Sin embargo, la parte que se aprecia con mayor incidencia solar es la cocina, la cual se debe intervenir para evitar esos niveles.

ANÁLISIS INTERNO DE PLANTA ALTA SIN PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

4,329 4,070 kWh

106 100 kWh/m²

Características del análisis.

41 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2010 06:30:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2010 07:30:00 p. m.

Cumulative Insolation

En la planta alta, si se analizara sin ningún tipo de protección solar, obtendríamos una entrada de radiación solar de hasta 670 kw/m², un rango relativamente elevado para un espacio interior. A continuación, se realiza la comparativa del nivel de radiación el cual se aprecia una disminución notable al momento de implementar sistemas de control solar.

ANALISIS INTERNO DE PLANTA ALTA CON PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

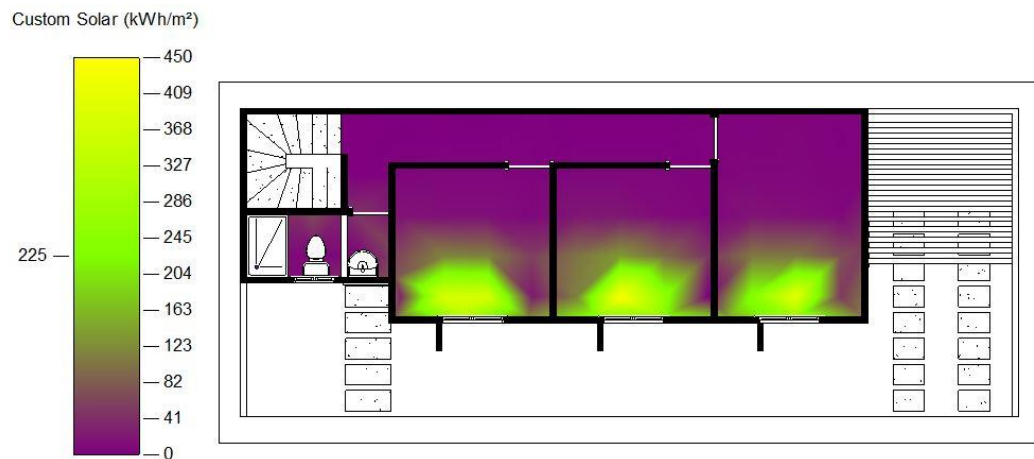
2,740 2,424 kWh

57 60 kWh/m²

Características del análisis.

41 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.

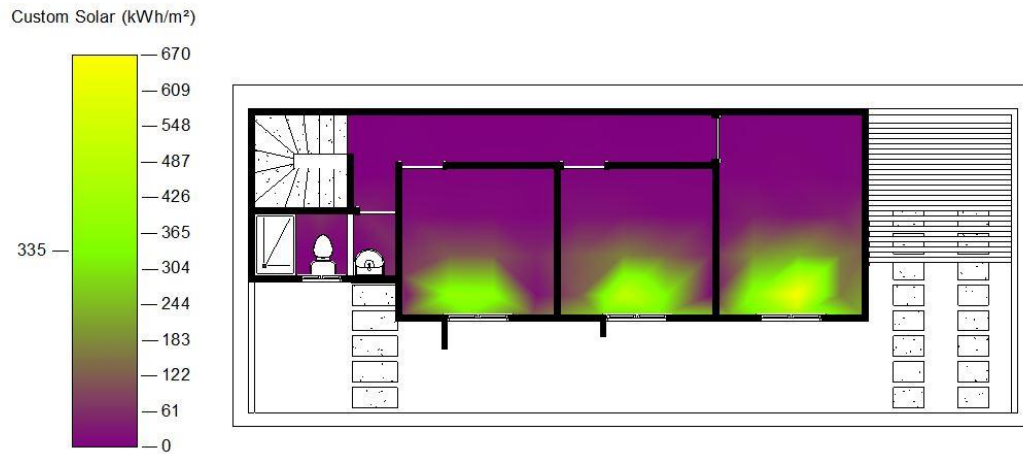


Project location: 20.7178001403809, -100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2010 06:30:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2010 07:30:00 p. m.

Cumulative Insolation

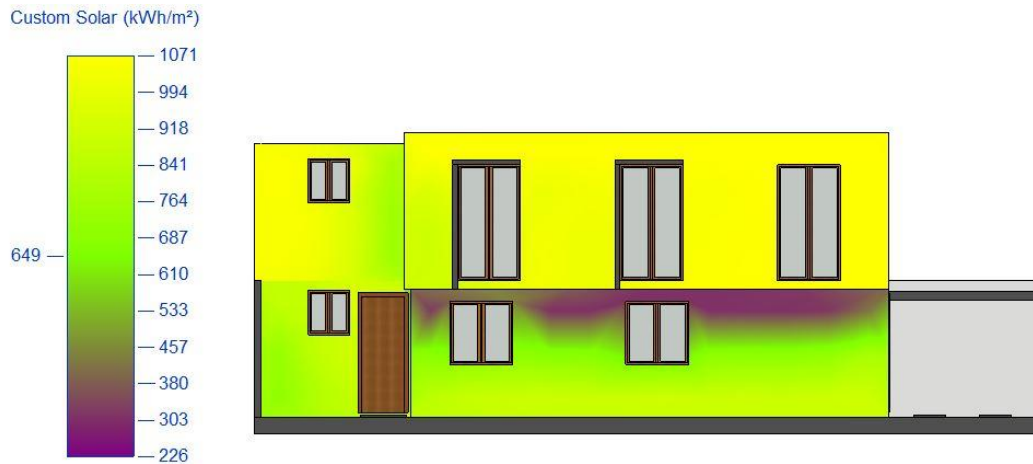
Se aprecia como disminuye un 33% la radiación solar al interior de las habitaciones al implementar los sistemas de control solar, partesol y volado, de 670 a 450 kw/m2.

Aquí se hace muestra una comparativa del espectro de incidencia solar interno con el sistema de control solar propuesto, uno de menor dimensión y sin protección solar. El cambio es notable entre cada una de las habitaciones.



Project location: 20.7178001403809, -100.415061950684
 Sun study start date time: 01/01/2010 06:30:00 a. m.
 Sun study end date time: 31/12/2010 07:30:00 p. m.

Cumulative Insolation



Project location: 20.7178001403809, -100.415061950684
 Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.
 Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Cumulative Insolation

FACHADA PLANTA ALTA SIN PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

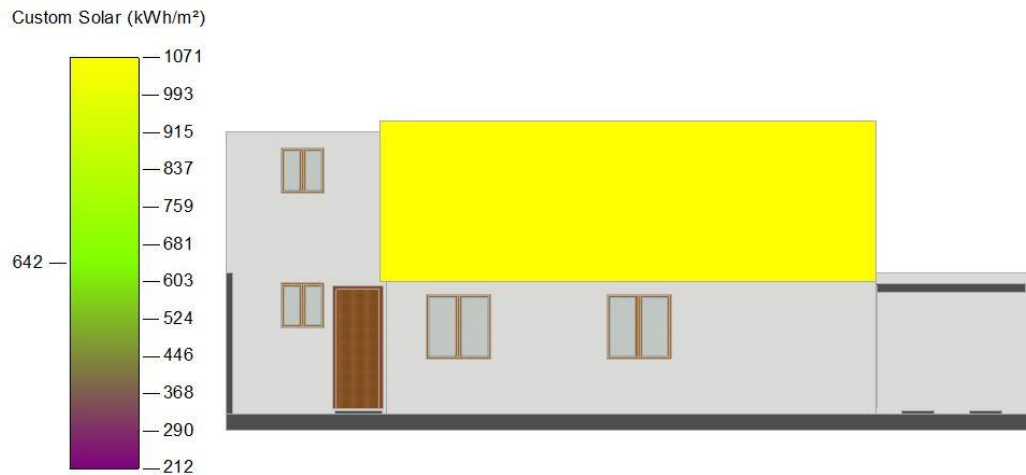
28,442 kWh

1,021 kWh/m²

Características del análisis.

28 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Project location: 20.7178001403809, -100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Cumulative Insolation

En este esquema se realizará una comparativa para observar cual es la reacción ante el estrés solar en la ubicación de las ventanas en la planta alta de la fachada sur, en la cual se obtiene una radiación solar sobre este plano de 1071 kw/m2.

FACHADA PLANTA ALTA CON PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

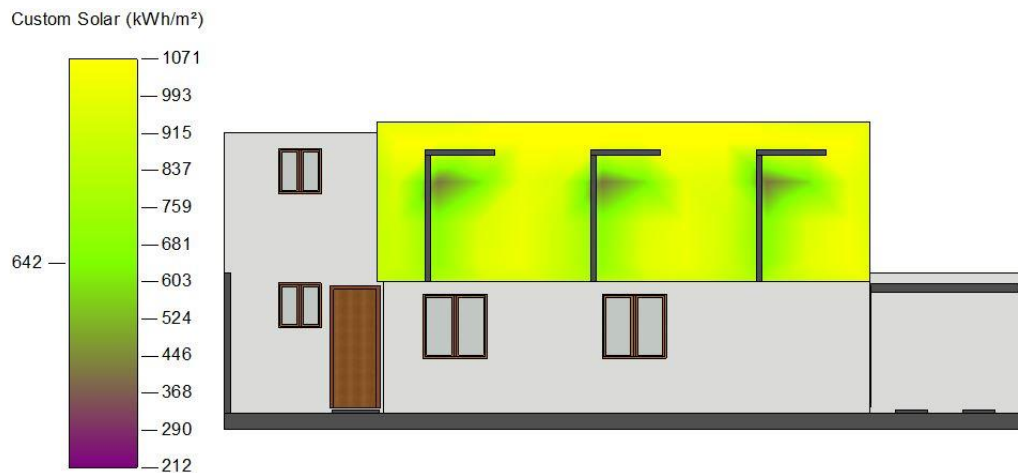
23,955 kWh

860 kWh/m²

Características del análisis.

28 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.
Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Cumulative Insolation

Al aplicar los sistemas de control solar, parasol y volado, se aprecia como en la parte de la ubicación de las ventanas se encuentra una disminución considerable de radiación solar, llegando a tener niveles únicamente de 642 a 212 kw/m², representando una disminución del 40% en su nivel promedio del rango de esta medición.

ANÁLISIS DE INCIDENCIA EN VENTANA EN MAYO

Insolación Acumulada

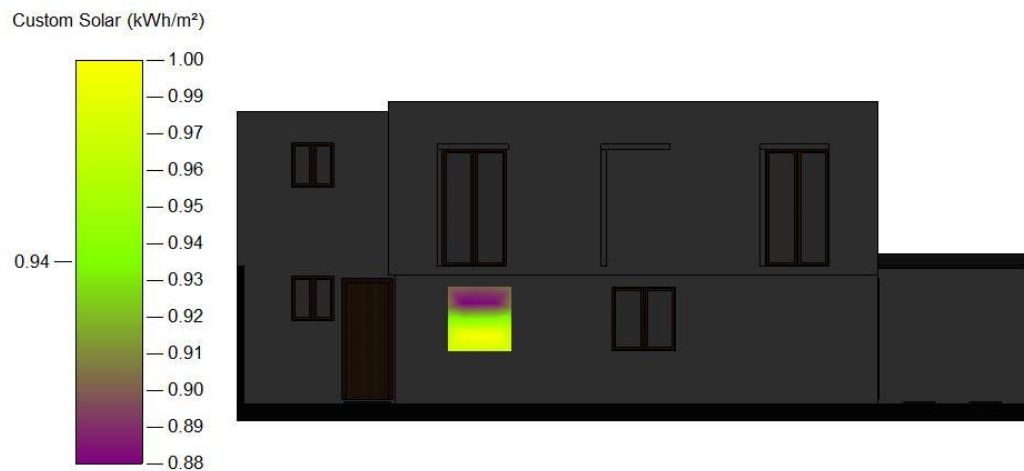
1 kWh

0.94 kWh/m²

Características del análisis.

1 m² superficie estudiada.

6:12 a 19:05 del 01 de mayo, del amanecer a la puesta de Sol.



Project location: 20.7178001403809, -100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 06:12:00 a. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation

En las ventanas de la planta baja encontramos un nivel de máximo 1 kw/m2

ANÁLISIS DE INCIDENCIA EN VENTANA EN MAYO

Insolación Acumulada

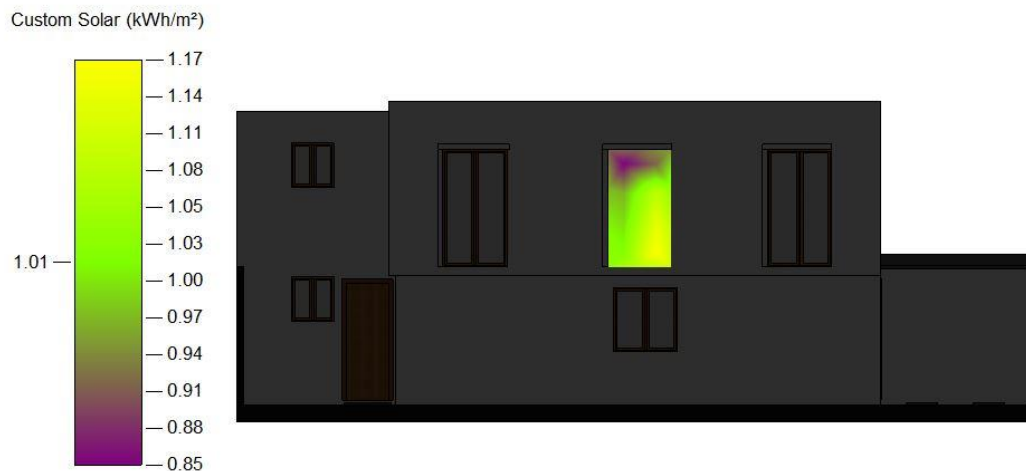
3 kWh

1.02 kWh/m²

Características del análisis.

3 m² superficie estudiada.

6:12 a 19:05 del 01 de mayo, del amanecer a la puesta de Sol.



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 06:12:00 a. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation

Insolación Acumulada

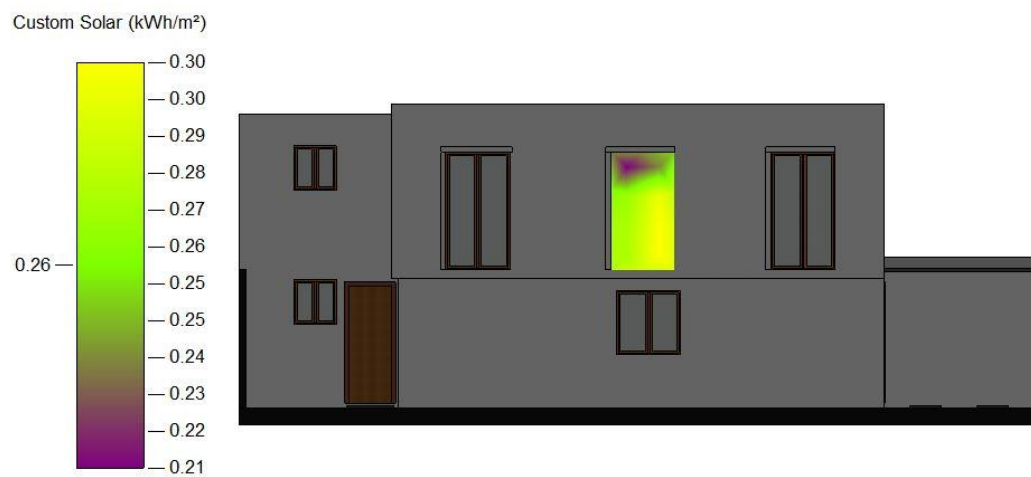
1 kWh

0.27 kWh/m²

Características del análisis.

3 m² superficie estudiada.

3:00 pm a 7:05 pm del 01 de mayo, del amanecer a la puesta de Sol.



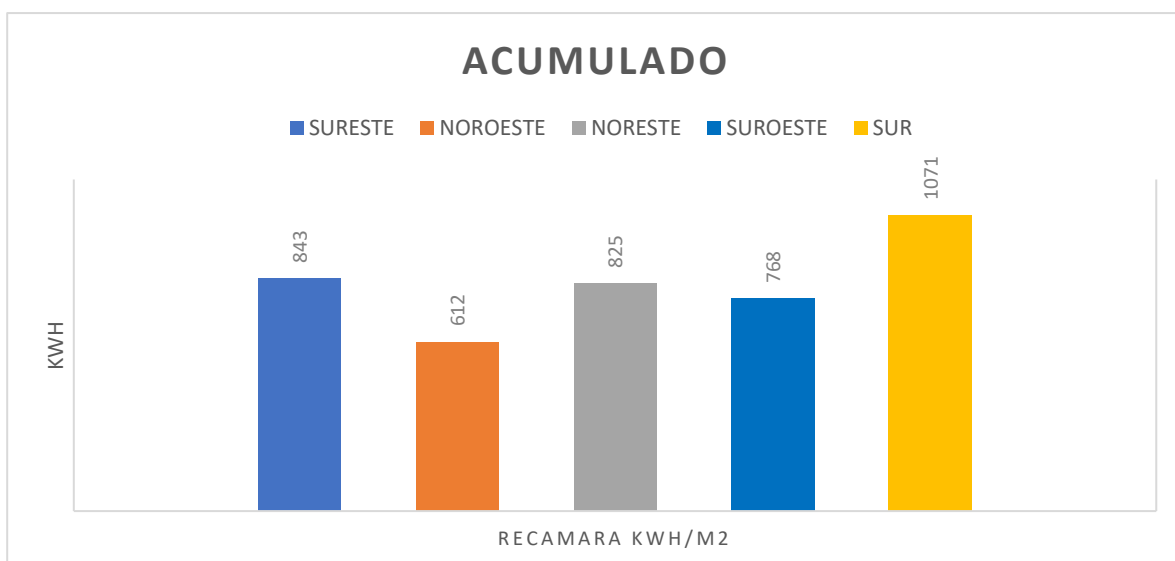
Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684
Sun study start date time: 01/05/2020 03:00:00 p. m.
Sun study end date time: 01/05/2020 07:05:00 p. m.

Cumulative Insolation

COMPARATIVA DE RADICIÓN EN VENTANAS DE RECAMARAS ENTRE CASO DE ESTUDIO Y PROPUESTA METODOLÓGICA

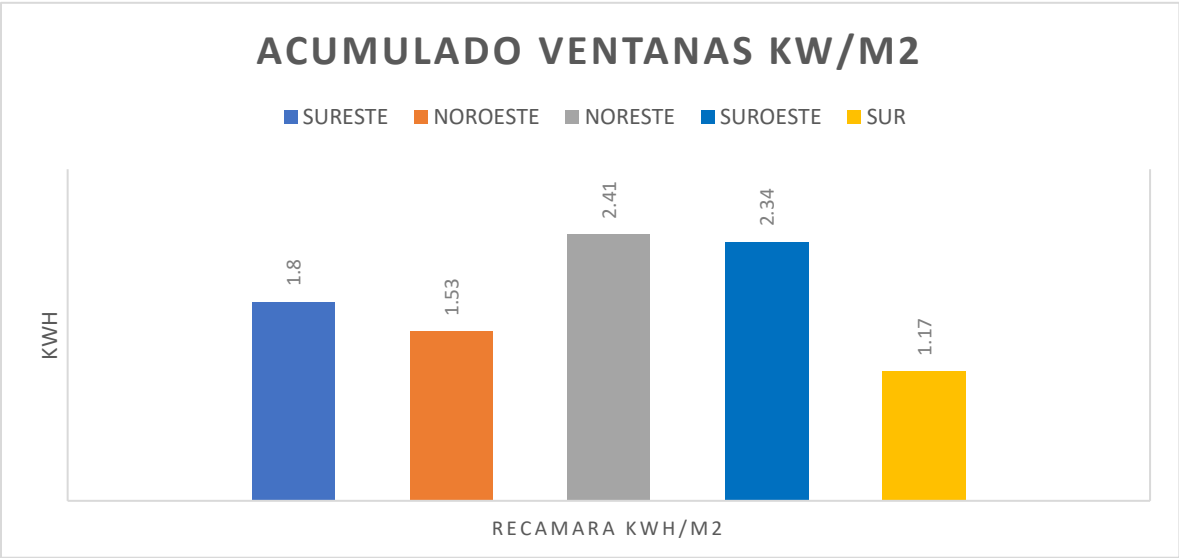
Se realiza un análisis comparativo entre las fachadas en las que se encuentran expuestas las ventanas en el mes más cálido tomando como fecha parámetro el 1 de mayo de las 6:17 a las 19:05 (horario diurno) del caso de estudio mostradas en las páginas 171 y 172, comparándolas con la ventana propuesta en orientación sur y con sistema de control solar.

En la gráfica 10 se observa como la fachada sur en comparación a las demás fachadas dispuestas en el caso de estudio, tiene una carga mayor de radiación solar a lo largo del año.



Gráfica 10: Gráfica comparativa de radiación solar en fachadas del caso de estudio y fachada propuesta.

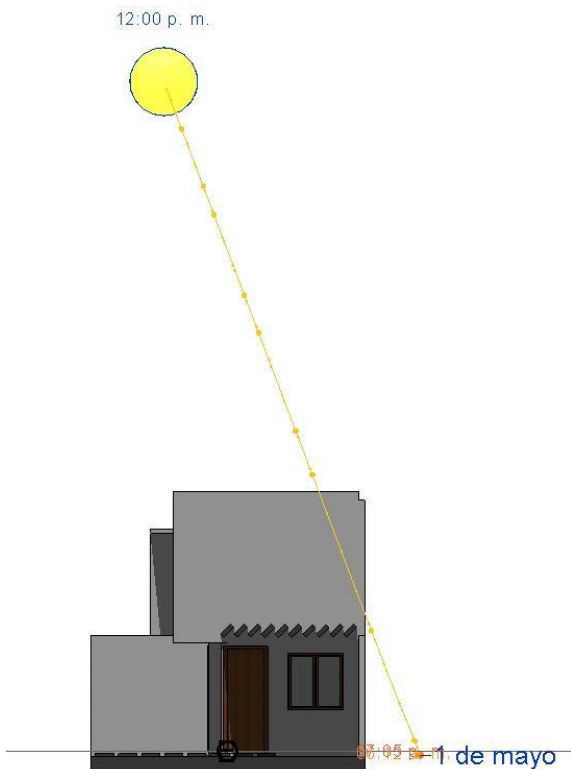
Se observa que la fachada sur, en comparación a las del caso de estudio) tiene un mayor pico anual de radiación solar. En el caso de las ventanas, sería altamente perjudicial en cuanto al aumento de temperatura se refiere. Para evitar el aumento de temperatura, por ello fue necesario implementar un sistema de control solar que permitió mitigar la radiación excesiva.



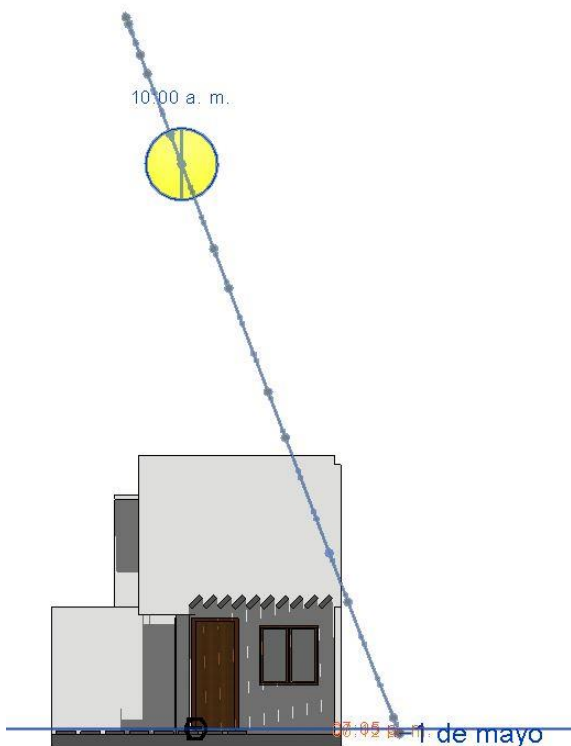
Gráfica 11: Gráfica comparativa de radiación solar en ventanas del caso de estudio y ventana propuesta en fachada sur.

En la gráfica 11 se observa como la barra que corresponde a la ventana en la fachada sur (propuesta metodológica), es notablemente inferior a las demás fachadas. Con una disminución del **51.5%** en comparación al rango más alto presentado que se refiere a la fachada noreste; y con un **23.5%** menor al rango más bajo que se refiere a la fachada noroeste.

Las cifras de disminución se presentan gracias a que existe un sistema de control solar que se puede aplicar en la fachada sur, permitiendo ganancias deseables de radiación solar en distintas épocas del año, así como los niveles de apertura de ventana, ventilación e iluminación. Rangos que no se pudieran obtener con la misma facilidad en otras orientaciones, ya que los sistemas de protección solar son distintos y más limitados por la naturaleza de las orientaciones.



orientación en relación al Sol, se ha propuesto el pergolado como sistema de protección solar, el cual se modificó



ANÁLISIS COCINA

En la cocina, espacio en el que se debe tener especial cuidado con la temperatura interna, debido a las condiciones del terreno; medidas y practicidad en cuanto al uso del patio y cochera en este caso, se tuvo que proponer con una orientación este, la cual es considerada como regular en la latitud del municipio de Querétaro, según lo plantea Montejano (2007) y lo observamos en su esquema en el Capítulo III en la página 130.

Para evitar los estragos de su

Ilustración 97: Acción de la protección solar en la cocina a las 12:00 el 1 de mayo.

aplicando un ángulo de inclinación de 45° para evitar en su totalidad el Sol al terminar la mañana y a inicios del mediodía.

En la ilustración 96 y 97, podemos apreciar cómo se evita en mayo la radiación solar en su totalidad desde la mañana hasta el mediodía. En la ilustración 97 se alcanza apreciar como la incidencia solar es casi nula cuando las pérgolas están inclinadas a 45° , de lo

Ilustración 98: Acción de la protección solar en la cocina a las 10:00 el 1 de mayo.

contrario el sol entraría parcialmente a esa fachada y afectaría la ventana.

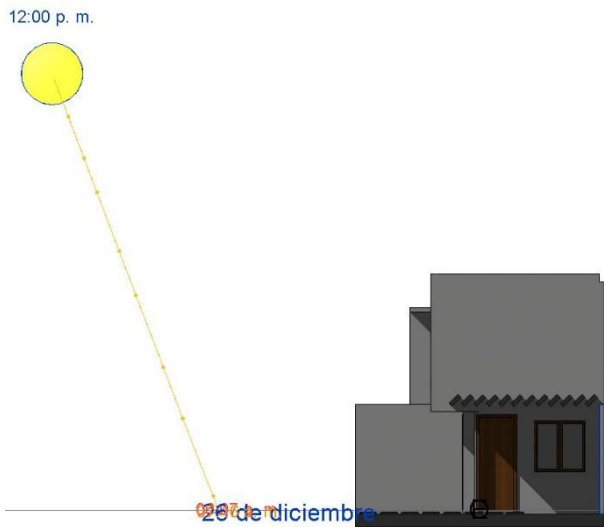


Ilustración 99: Acción de la protección solar en la cocina a las 12:00. el 26 de diciembre.

En diciembre, a pesar de que es un mes frío, se debe evitar también la radiación solar debido a las actividades que se realizan naturalmente en este espacio, las cuales en su mayoría generan calor al cocinar.

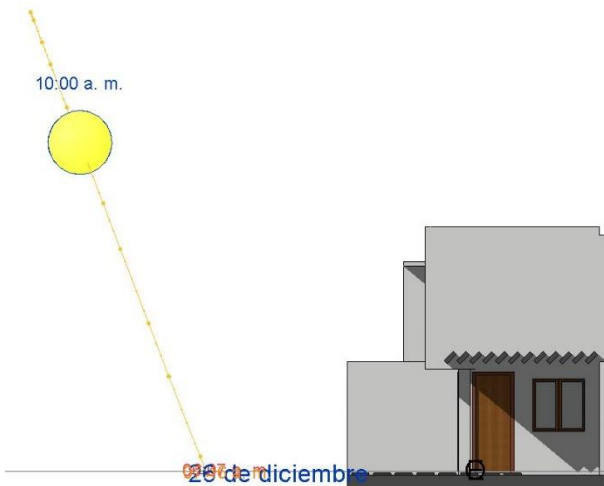


Ilustración 100: Acción de la protección solar en la cocina a las 10:00. el 26 de diciembre.

En este mes vemos como es aún más fácil el evitar la radiación solar, puesto que gracias a que la inclinación del Sol es mayor esto propicia que las pérgolas inclinadas eviten en su totalidad la radiación directa. En las ilustraciones 98 y 99 vemos como el Sol no penetra ninguna parte de la ventana, únicamente parte de la puerta que conduce a la cochera.

Es las páginas siguientes veremos el análisis de la radiación solar en kw/m^2 , donde se aprecia la nula incidencia solar.

COCINA SIN PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

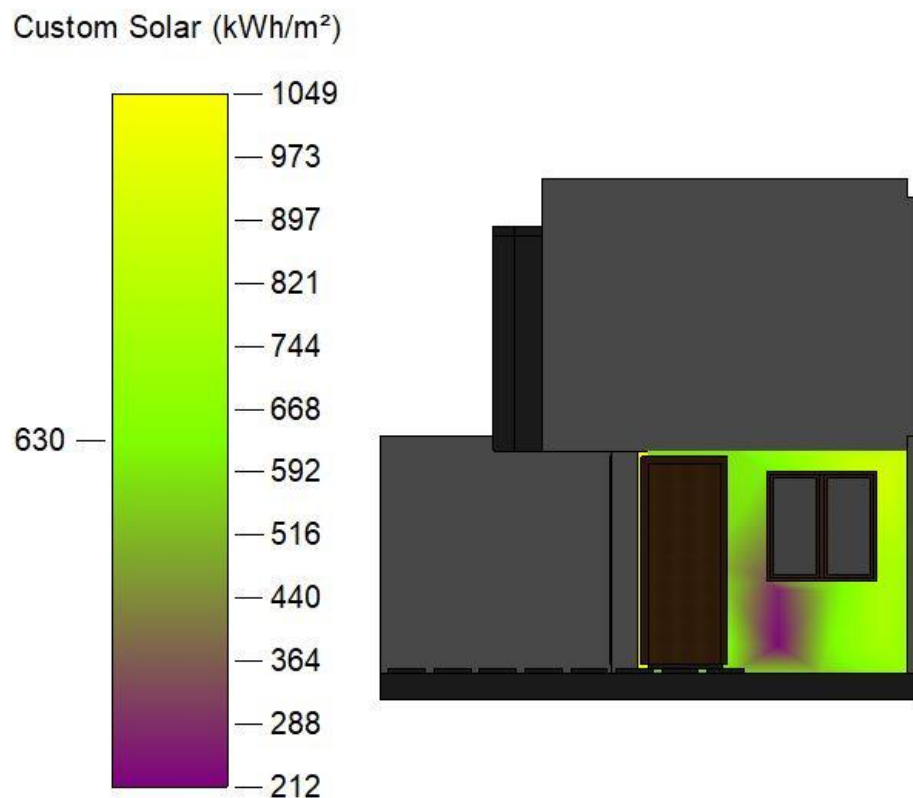
2,606 kWh

598 kWh/m²

Características del análisis.

4 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684

Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.

Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

En este análisis se observa cual sería la radiación solar en la cocina si no existiera ningún sistema de control solar, con un nivel de 1049 kw/m2.

COCINA CON PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

1,917 kWh

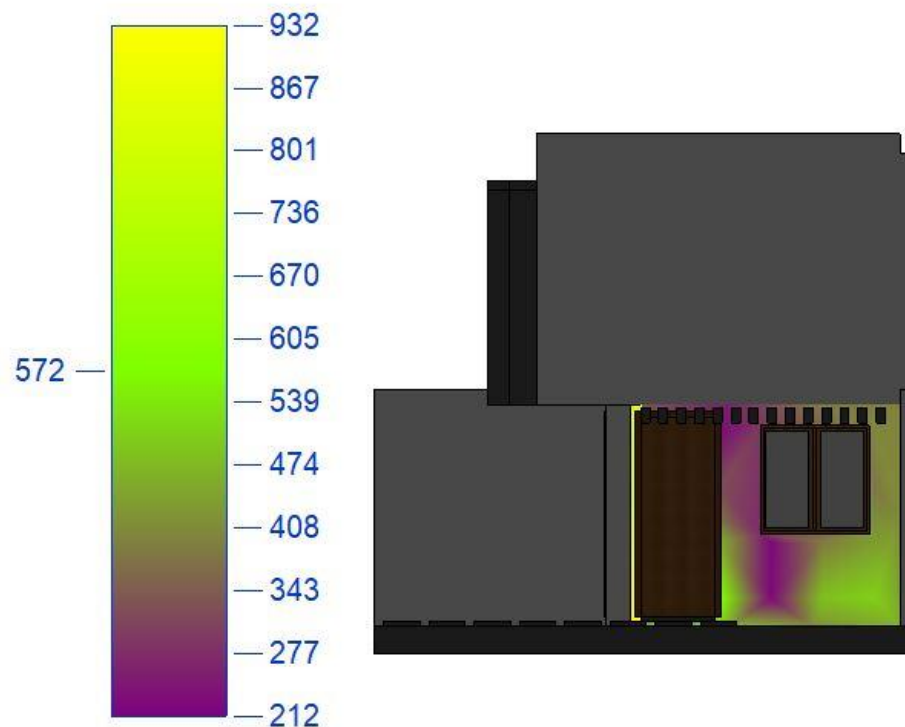
440 kWh/m²

Características del análisis.

4 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.

Custom Solar (kWh/m²)



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684

Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.

Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

Una vez colocadas las pérgolas, podemos apreciar como existe una disminución en el estrés solar un 11.15 % comparado con el análisis anterior sin protección solar.

COCINA SEGUNDA PROPUESTA PROTECCION SOLAR

Insolación Acumulada

945 kWh

252 kWh/m²

Características del análisis.

4 m² superficie estudiada.

01 de enero al 31 de diciembre, del amanecer a la puesta de Sol.

Custom Solar (kWh/m²)



Project location: 20.7178001403809,-100.415061950684

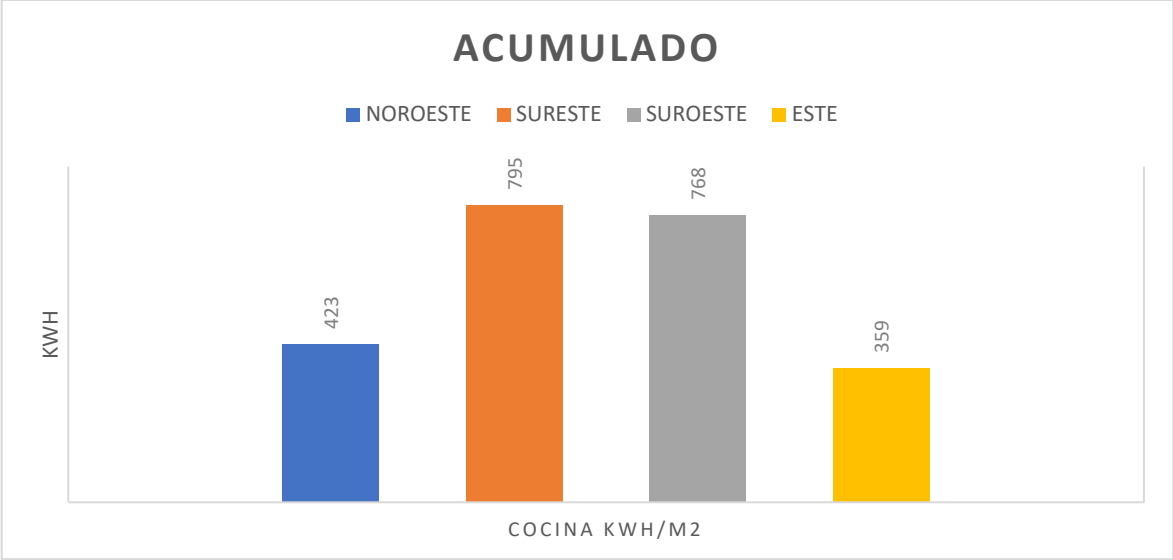
Sun study start date time: 01/01/2020 07:18:00 a. m.

Sun study end date time: 31/12/2020 06:11:00 p. m.

En este caso, una vez aplicando una rotación el sistema de protección solar, se logra una disminución del 65.8% en el índice de radiación solar, con un nivel

máximo de 359 kw/m², rango bajo comparado con el de la latitud el municipio de Querétaro.

En comparación entre las fachadas del caso de estudio donde se encuentra la cocina y la fachada del estudio propuesto, se realiza el análisis no solo en la ventana, si no en el claro completo de la fachada puesto que el sistema de protección solar se aplica en la fachada completa de la cocina en la propuesta. En la Gráfica 12 se aprecia como existe una notable diferencia entre la incidencia solar máxima en cada fachada, teniendo una diferencia del 42.7% en relación con el nivel máximo presentado de las fachadas, correspondiente a la suroeste.



Gráfica 12: Gráfica comparativa de radiación solar en fachadas del caso de estudio y fachada propuesta, en la cocina.

Resultados

La disminución de la radiación solar es notable en la comparativa mostrada, ya que, aunque esta se encuentre orientada al sur, orientación que es la que tiene un nivel mayor de irradiancia, pero es la orientación en la cual se puede controlar más fácil esta incidencia. Este prototipo de vivienda es un modelo muy básico arquitectónicamente hablando, puesto que fue propuesto de esta manera para generar una especie de volumetría básica o fundamental de la vivienda en serie. Esta puede presentar variación en su volumetría de acuerdo al estilo del desarrollo siempre y cuando mantenga la misma base de control solar.

La disposición longitudinal en disposición al sur, es la más apropiada en nuestra latitud, ya que esta propicia el contacto solar uniforme a lo largo de la vivienda, permitiendo con ello no solo el control de la radiación solar, sino también la iluminación natural al mismo nivel en todos los espacios.

De acuerdo a los resultados de las encuestas, en la cual existía una variación notable en la sensación térmica de los espacios de acuerdo a la orientación, se espera lograr una constante mejoría en la sensación térmica, ya que esta propuesta busco mantener los parámetros de diseño en las orientaciones que según la respuesta de las personas que las habitaban, sentían que su vivienda era templada, hablando de las orientaciones sureste y noreste; ya que de acuerdo a estas orientaciones en la sureste encontramos que esta fachada orientada al sur, tiene un porcentaje de apertura en ventanas mucho menor, por ello se buscó disminuir el tamaño de las ventanas y protegerlas cuando la radiación es más crítica. En cuanto a la orientación noroeste, se buscó mantener la disposición longitudinal hacia la orientación sur, que, si bien en este estudio de caso esta parte no tenía ventanas, las personas no sentían tanto calor en las habitaciones frontales que daban al noreste, de lo contrario a las habitaciones posteriores que se encontraban orientadas al oeste las cuales se sentía un calor mucho mayo. Lo anterior dio pauta y evidencia de diseño el mantener este tipo de emplazamiento evitando en su totalidad ventanas hacia la orientación oeste.

V.6 Retomar el nivel arquitectónico de nuestros antepasados. Discusión.

No es necesario implementar tecnologías caras para lograr un ambiente térmico y habitable óptimo, únicamente se deben hacer las cosas bien desde un inicio. (Elaboración propia)

En esta parte de la época de la evolución del hombre, la arquitectura aún se encuentra en la búsqueda de un método que permita la habitabilidad en la edificación y en la vivienda, aquí nos encontramos en fase, que comenzó a mediados del siglo XIX, donde los cambios sociales como el crecimiento poblacional, continúan influyendo en el desarrollo del hombre. Estos cambios suscitados en esta época provocan un cambio en el estilo de vida el cual no debe desmejorar la habitabilidad y calidad de vida, si no lo contrario.

Evidenciar errores

Como se comentó anteriormente, el objetivo de la investigación no es el refutar la tipología de la vivienda en serie, únicamente se pretende evidenciar los errores que se cometen que condiciona la habitabilidad en la vivienda, en este caso se habló únicamente de la temperatura en relación a la radiación solar, donde se comprobó que existe una manera correcta de poder sumar en esta variable de la arquitectura en la habitabilidad. A pesar de que este sistema a nivel arquitectónico y social ha tenido varias críticas, ya que está mal vista por la desmesurada construcción que existe hoy en día gracias a la gran demanda que esta ha generado gracias a sus facilidades económicas y de adquisición. Sin embargo, estos dos últimos puntos son de cierta manera positivos, ya que permite a las familias poder lograr tener un hogar.

Actualmente se observa una necesidad de exhibicionismo arquitectónico, en donde los arquitectónicos buscan la parte estética del edificio, retornando a otras épocas de la arquitectura en donde la estética tenía mayor peso que su eficiencia. **Esto ha provocado una producción de viviendas que se pueden ver, pero en las cuales no se puede vivir.** No se debe olvidar que antes de la presunción en el diseño, existen mejores formas de aportar calidad en el diseño como es el confort y la habitabilidad humana.

Regresando a la parte crítica de la vivienda en serie, los desarrolladores de este tipo de vivienda, se han despreocupado por la habitabilidad del usuario, tomando principalmente el beneficio económico que este les puede traer.

El sistema de la vivienda en serie ha sido utilizado por siglos. Hoy en día este sistema ha traído beneficios a ambas partes, tanto usuarios como vendedores o desarrolladores, por ello es que esta investigación se abordó al ver un área de oportunidad que tiene la finalidad de mejorar este sistema de vivienda para un beneficio en el habitante, interviniendo en la metodología de diseño de la vivienda en serie, la cual logre obtener mejoras en el confort higrotérmico, gracias al control solar, abonando a la habitabilidad y a las condiciones sociales del usuario,

La construcción en serie no debe verse afectada bioclimáticamente hablando. Ya se ha hablado de los beneficios que trae consigo este sistema. Por ello es necesario demostrar, que la bioclimática es capaz de adaptarse al crecimiento urbano y a este tipo de construcciones. Se deben tomar en consideración los aspectos principales que nuestros antepasados arquitectos nos han dejado como enseñanza, que, si bien sabemos, no es nada nuevo el tema de la bioclimática, únicamente se debe saber aplicar y adaptar a la época actual.

El diseño bioclimático debe intervenir desde el diseño urbano, tomando en cuenta las consideraciones climáticas, como es en este caso la radiación solar. De esta manera, la lotificación de los predios en las viviendas o cualquier tipo de

edificación pueden tener un **emplazamiento solar adecuado**, el cual no comprometa a la vivienda al momento de diseñar de forma solar.

Es esencial en la vivienda en serie la misma configuración de la vivienda y diseño, de ahí radica la esencia de su tipología y beneficios. Por ello, al lograr desde el trazado urbano un mismo emplazamiento, además de lograr que exista una misma orientación de predios, también permite que todas las casas deban ser naturalmente iguales. De esta manera no se debería atentar contra el diseño en serie de los desarrolladores en proponer varias tipologías de diseño que respondan de manera bioclimática a su orientación individual.

Beneficios de aplicar los antiguos cánones de diseño

Con el desarrollo de la técnica y los avances tecnológicos, el hombre cambia su forma de diseñar y construir sus edificaciones dejando a un lado la autoctonía. El rápido crecimiento industrial impulsado por el crecimiento y desarrollo económico, da como respuesta un cambio en las técnicas de construcción de la vivienda,

La arquitectura en estos momentos tiene una fuerte inercia hacia lo tecnológico, buscando en la informática una ayuda en el diseño y funcionamiento de la edificación trayendo ventajas consigo, retomando varias ideologías que fueron expuestas en el movimiento arquitectónico de la revolución industrial. Esta tendencia tecnológica a la que se ve expuesta la vivienda **gracias al gran apego tecnológico al que está inmersa la sociedad en esta época, busca responder al confort del habitante**, además de la practicidad, reducción de costos y ahorro energético. **También se ha logrado una fuerte tendencia a la construcción sostenible y bioclimática gracias a la producción de elementos degradables y amigables con el medio ambiente** que van de la mano con las necesidades energéticas actuales.

Habitabilidad vs negocio

Esta propuesta servirá como aportación al sistema inmobiliario y el ramo de la construcción, ya que la idea principal es partir de evidenciar errores de la vivienda y rescatar antiguos métodos de diseño que permitan mejorar los desarrollos inmobiliarios sin gastar más.

En el párrafo anterior se describe la esencia de lo que se pretende mostrar en esta investigación, que todas las casas en serie tengan una misma orientación, que respete las reglas bioclimáticas de la latitud, proponiendo mismas condiciones térmicas en todas las viviendas.

Con lo anterior, se puede evidenciar a los desarrolladores inmobiliarios, así como al ramo de la construcción, de que se puede construir en serie de manera consiente, ya que, lo cual puede lograr un beneficio tanto en prestigio que obedezcan normas nacionales e internacionales sustentables, lo cual ayuda a generas un prestigio en sus desarrollos y traer consigo más ventas.

La propuesta presentada de la traza urbana, trajo consigo además beneficios como el aumento del porcentaje de áreas verdes, el cual es un plus en cuando a ventas se refiere. Igualmente, para los usuarios, al tener más áreas verdes y menos vialidades para vehículos, disminuye el porcentaje de espacio de circulación de autos lo cual vuelve más seguro los espacios, además de contar con más áreas verdes donde los niños pueden jugar.

Si bien, hoy en día el mercado está muy marcado en las viviendas ya que debido a la gran oferta di vivienda, se tiene cada vez más opciones de elegir donde vivir para las familias. Por ello, la habitabilidad no debe estar peleada con el negocio, se debe aprovechar ambas partes para que haya un mayor beneficio posible en ambas partes.

Aportación de la investigación

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se pretende llegar a cambiar el método de diseño de las viviendas en serie, no únicamente en el municipio de Querétaro, si no en otras latitudes, sirviendo esta investigación como prueba de que es posible generar un emplazamiento en los terrenos en relación al Sol, los cuales no condicionen el diseño en cada vivienda.

Este método permite observar que es posible que los desarrolladores de vivienda mantengan el acercamiento entre sus fraccionamientos y el Sol, sin atentar contra la retribución económica que esta les pudiera traer.

Esta propuesta servirá como base para proyectos de las mismas características, haciendo el estudio bioclimático correspondiente en cada latitud, se pueden tener reglas de diseño tanto en la traza urbana como en la vivienda.

Con el resultado a la investigación, se busca lograr principalmente una mejora en la habitabilidad, y dejar de ver a la vivienda en serie como una mala práctica en la arquitectura, de lo contrario, ver qué beneficios trae consigo y continuamente buscar mejorarla y evaluarla. También se busca seguir promoviendo dentro de la metodología de diseño de los arquitectos el análisis solar, ambiental u climático al momento de proyectar, y con esto evitar además de un discomfort tanto térmico como sensorial, un uso desmedido de sistemas de acondicionamiento térmico como el aire acondicionado, que además de perjudicar la salud del habitante, también genera un costo adicional a la vivienda. Siento otro de los puntos a resaltar, volver la vivienda en serie más sustentable.

VI. Conclusiones

*“Para hacer las cosas bien
es necesario: primero el
amor y segundo la técnica”*

Antonio Gaudí

VI.1 Conclusión general

Con este trabajo, me di cuenta que si es posible mantener un diseño de fachada óptimo en relación el clima y sobre todo a la radiación solar. Es complicado en ocasiones el diseño bien orientado por la disposición de las calles en relación a la traza urbana, pero como se abordó en el caso de estudio de esta investigación, las desarrolladoras pueden y deben acondicionar y trazar las calles con un sentido de orientación. Fue importante abordar el caso de estudio en relación a la vivienda en serie, ya que actualmente existe un fuerte movimiento comercial en el país que está proyectado a este tipo de viviendas, debido a las facilidades y ventajas que ofrece a las familias. Sin embargo, únicamente hablando del proceso de diseño, da la impresión que no existe una metodología profunda de diseño arquitectónico que este enfocada a mejorar la habitabilidad, y en este caso la orientación de la vivienda. Una de mis dudas principales, más allá de la configuración espacial y diseño de fachadas, era que pudieran acomodarse el mismo número de viviendas con el acomodo que debería existir en cada proyecto, mi gran sorpresa es que estos se acomodaban perfectamente e incluso sobraba algo de espacio, si bien, no es necesario ocuparlo en más viviendas, se puede aprovechar perfectamente en áreas verdes comunes que permitan mejorar la imagen urbana de los condominios.

VI.2 Conclusiones particulares

Una vivienda en serie, debe de aportar además de la misma configuración espacial, un mismo nivel térmico en cada una de las viviendas, ya que el diseño térmico debe respetar las actividades de cada uno de los espacios en específico. A pesar de que existan un repetido número de viviendas, cada espacio debe respetar naturalmente una misma orientación que relacione sus actividades en recamaras, cocinas y espacios comunes como sala y comedor (espacios básicos que configuran las casas en serie en México).

Vemos como existe una problemática que atañe directamente el diseño desde el inicio que es fácil de solventar. En ocasiones no nos damos cuenta, pero el uso de sistemas de aires acondicionados, son una clara falta de diseño inicial de las edificaciones, los cuales solo nos sirven para tapar errores de diseño, no es necesario implementar tecnologías con equipos e instalaciones costosas, un buen diseño seguido con los cánones bioclimáticos que nos han regalado nuestros antiguos constructores, es suficiente para obtener una temperatura óptima en espacios abiertos y cerrados. Que, si bien es cierto, es difícil obtener siempre la misma temperatura en un espacio, debido a que el clima es cambiante y por muy bien orientada que este una vivienda pudiese el ambiente térmico salir del llamado margen del confort térmico humano. Sin embargo, es lo bello de la naturaleza y la gran inteligencia y adaptación del cuerpo humano, que a pesar de existir temperaturas extremas tanto cálidas como frías, el cuerpo humano sabe adaptarse y mejor aún, es importante que lo haga para evitar malestares futuros; también es claro que la arquitectura no se lleva por sí sola, esta va acompañada de la cultura y costumbres que se vive en cada región, y la ropa, actividades y adaptación natural del cuerpo siempre irá de la mano con la arquitectura para lograr que exista no solo un ambiente térmico natural que permita satisfacer nuestras necesidades, también el poder lograr una habitabilidad.

Con este trabajo, deseo aportar una manera distinta de abordar el proceso de diseño en las fachadas, ya que cada vez se vuelve más complicado por las condicionantes urbanas poder lograr las orientaciones óptimas. Espero lograr también que los arquitectos dejen a un lado el diseño de fachadas con arbitrariedad y tendencias de diseño, ya que eso ha afectado con demasiada la arquitectura en Querétaro y el mundo, al querer diseñar con presunción o conocido también como *arquitectura de revista*, que si bien, tiene un muy buen gusto y estilo a primera vista aquellos proyectos, y además de que no son atemporales, no mimetizan con el nivel cultural y regional. Por ello, es importante no olvidar que el diseño se debe centrar únicamente en los habitantes que van a ocupar las edificaciones, y no centrarnos únicamente en la relación y acomodo de espacios, sino también con el ambiente térmico, así como otras variables que son

necesarias de estudiar en su complejidad para lograr una habitabilidad en el espacio, ya que no se debe olvidar que el hábitat del ser humano es el principio y el final del proceso de diseño arquitectónico. Se debe de buscar día con día la mejora de esta práctica aprovechando las nuevas tecnologías e intercambiar conocimiento con otras disciplinas, de tal manera que se vuelva un objetivo en común el mejorar el ambiente del ser humano, adaptándose día con día a los cambios sociales, culturales y ambientales.

Conclusión Capítulo I

El Sol siempre ha sido y lo seguirá haciendo el responsable de todo lo que vemos a nuestro alrededor, gracias a él, nuestros constructores y pobladores antepasados nos han brindado estrategias y técnicas de construcción aún vigentes. El diseño solar de la vivienda ha sufrido varios cambios a lo largo de la historia, nos damos cuenta como los cambios sociales y principalmente económicos, han afectado la vivienda en distintas civilizaciones y culturas. Me di cuenta que, a raíz de la revolución industrial, la vivienda y en general la arquitectura, tomo un vuelco muy importante en cuanto a su diseño y construcción, es en esta época donde se pierde el diseño bioclimático debido a la aceleración económica a la que se ve expuesta el mundo. Gracias a arquitectos como Frank Lloyd Wright, así como muchos otros que lucharon por continuar con la adaptación de la vivienda al ambiente, se ha seguido conservando sus ideologías y sus corrientes han seguido hasta hoy en día.

Conclusión Capítulo II

El cuerpo humano es tan maravilloso que es capaz de poder adaptarse a cualquier tipo de clima. En un nivel cultural, todas las civilizaciones se han adaptado tanto en costumbres, ropa y actividades de tal manera que por sí mismos se han permitido saber controlar y domesticar el clima a su favor. El hombre no necesita de condiciones térmicas artificiales en los espacios, ya que el cuerpo por sí mismo tiene la capacidad de adaptar su confort de acuerdo a la temperatura en cada estación del año, al igual que él ha sabido adaptarlo con ciertas actividades y naturalmente con su vestimenta. No es necesario ser tan precisos en la medición de la temperatura en ciertas épocas del año, ya que es imposible en ocasiones lograr ambientes de 23 °C en verano, o bien en mayo y abril, al tratarse de latitudes como las de Querétaro, simplemente hay que saber cómo evitar situaciones que propicien en climas cálidos el aumento de temperatura e igualmente en climas fríos saber ganar calor.

VI.3 Conclusión Capítulo III

La bioclimática es capaz de adaptarse en cualquier sitio y a diversas situaciones, aunque es cierto que cada vez es más complicado debido a que los arquitectos estamos orillados a diseñar en ambientes totalmente controlados por la urbe, en donde la naturaleza se ve atacada en su totalidad por la ciudad. Sin embargo, el correcto estudio, análisis y aplicación de estrategias pasivas, son pieza clave que propician ambientes térmicos óptimos. Aunque la bioclimática nos refiera principalmente a un control térmico ambiental, no olvidemos que tiene la capacidad de crear ambientes naturales y que generan cambios psicológicos y sensoriales que recrean atmósferas ajenas al entorno cuando se requiere.

VI.4 Líneas de investigación abiertas

Los resultados obtenidos en este trabajo, nos brindan una solución en cuanto a la orientación y sistemas pasivos en la vivienda se refiere, tomando en cuenta principalmente la traza urbana. Sin embargo, este trabajo nos ha llevado a plantear nuevas formas de abordar nuevas tecnologías, así como normatividades que pueden ser aplicables a estos métodos y enriquecerlos o mejorarlos. Por lo que continuar con investigación relacionada al tema de temperatura y orientación serían de gran interés, para ello se plantean las siguientes líneas de investigación:

- Niveles de temperatura interiores de acuerdo a los sistemas de control solar y su orientación.
- Comparación de orientaciones, sistemas de control solar y emplazamiento en distintas latitudes.
- La temperatura en la vivienda en serie en relación a la ventilación y otras variables.
- Proporciones de vanos acristalados por orientación la latitud del municipio de Querétaro.
- Consumos y ahorros energéticos medibles al cambiar la orientación de la vivienda en relación a la traza urbana para desarrolladores y compradores.

La investigación aplicada realizada en esta tesis, se abordó con el objetivo de abrir una línea de investigación y que permita profundizar en el tema y trabajar de manera multidisciplinaria con distintas áreas que tengan en común la innovación y la tecnología para mejorar el hábitat del ser humano. Esta investigación busco orientarse al programa de *Doctorado en Innovación, Tecnología y Hábitat*, el cual tiene el enfoque multidisciplinario que se busca abordar para profundizar y seguir encontrando mejoras en la misma línea de investigación, siendo que este programa tiene ideas de aplicación similares a la de la presente investigación, tele como proceso de innovación, productos con mejoras tecnológicas, invención, generación de conocimiento, industrialización y comercialización, sin perder el contexto social y mejora del habitar humano.

Así mismo, esta tesis busca sumarse a la investigación aplicada y publicación de artículos enfocados a la planificación urbanística en aras de la eficiencia energética y la construcción pública municipal, tal y como es estudiada en la Universidad de Sevilla, en manos del grupo de investigación *Transumancias*, el cual echo mano en esta investigación llevando de la mano artículos de investigación que proponen mejoras en la habitabilidad del hombre y eficiencia energética en prototipos ya probados en competiciones de talla internacional, los cuales brindaron un conocimiento base para el desarrollo de la tesis.

Lista de Figuras

Ilustración 1 Erupciones y protuberancias electromagnéticas del Sol que expulsan energía (Astromia, 2019).....	12
Ilustración 2: Espectro electromagnético de luz (Ciencias Salud y Medioambiente, 2016).....	13
Ilustración 3: Perdida de energía antes de entrar a la atmosfera terrestre. Fuente: (Zambrano, 2013).....	14
Ilustración 4: Esquema de rayo incidente solar sobre una superficie y su ángulo de reflexión (Zuleta, 2016).	15
Ilustración 5: Tipos de reflexión y sus alteraciones al reflejarse sobre una superficie irregular (Zuleta, 2016).....	16
Ilustración 6: Esquema de clasificación de climas según Köppen en 1884 (Gobierno de Navarra, 2020).....	17
Ilustración 7: Imagen de diferentes manchas solares en diferentes acercamientos, ambas manchas son más grandes que la Tierra (Bergman, 2008).....	18
Ilustración 8: Imagen ultravioleta del Sol que muestra uno de los mayores destellos solares conocidos en Noviembre del 2003 (Bergman, 2008).....	18
Ilustración 9: Elefantes protegiéndose de los rayos del Sol bajo un árbol aislado (Servicio Andaluz de Salud, 2019).	19
Ilustración 10: Cueva donde los primeros pobladores se refugiaban del clima (Ancient Origins, 2018).....	20
Ilustración 11: Protección con árboles caídos, ramas desmontadas y vivienda semienterrada con cubierta vegetal (Simancas, 2003).	22
Ilustración 122: Viviendas con estructura de arcos cubiertas de ramas y pieles de animales en Nigeria (Camesasca 1971, en Simancas 2003).....	24

Ilustración 133: Tienda construida por indigenas del Norte de América (The house book 2001, en Simancas 2003).....	24
Ilustración 141: Esquema de tiendas usada por pobladores de Nigeria (Senosiain 1996, en Simancas 2003)	24
Ilustración 15: Stoehege, observatorio solar y lunar. Fuente: duna.cl.	26
Ilustración 16: Representación gráfica de Ra, el dios del Sol egipcio (Thode, 2019).	27
Ilustración 17: Representación de Helios dios del Sol Griego (García S. , 2019)..	27
Ilustración 18: Pintura del dios Suria (Martí, 2019).....	28
Ilustración 19: Fotografía del templo Konark, donde se rendía culto al Sol (Babu, 2019).	28
Ilustración 20: Representación del dios Inca del Sol Indi con forma de elipsoide de oro con los rayos que atribuían al poder (Pueyrredón, 2019).....	29
Ilustración 21: Observatorio El Caracol México. Fuente minube.com	29
Ilustración 22: Fotografía de templo Coricancha en el año de 1950	29
Ilustración 23: Fotografía de la pirámide de Chichén Itzá (Gobierno Estatal de Yucatan, 2019).	30
Ilustración 24: Fotografía tomada de la escalinata donde se proyecta la sombra de Kukulcán descendiendo de la pirámide (Gobierno Estatal de Yucatan, 2019).	31
Ilustración 25: Planta de vivienda excavada, ejemplo tomado de Sudán occidental (Caesasca 1971, p.17, en Simancas 2003).....	33
Ilustración 26: Tipo de vivienda semi enterrada con pñanta circular y cubierta de ramas y troncos (Izard, 1983 en Simancas, 2003)	33
Ilustración 277: Vivienda semienterrada encontrada en Escocia, se observan paredes de piedra y cubierta vegetal (The House Book, 2001 en Simancas, 2003)	34

Ilustración 286: Planta y alzado de tipología de vivienda circular excavada en China (Lubes 1985, p.20, en Simancas 2003)	34
Ilustración 29: Sistema de viviendas con patio al interior.	35
Ilustración 30: Viviendas griegas con disposición de la traza urbana lineal orientada en referencia a las viviendas con patio de planta rectangular.	35
Ilustración 31: Pórtico del templo de Atenea Nike. Fuente udc.gal	36
Ilustración 32: Logia en casa dei Cavaleri Rodi en Roma. Fuente: esacademic.com	37
Ilustración 33: Veranda rodeando una vivienda en el campo. Fuente educalingo.com	38
Ilustración 34: Balcón Español. Fuente Mapio.net.	38
Ilustración 35: Engawa en vivienda japonesa. Fuente: f3arquitectura.es	38
Ilustración 36: Traza urbana de una ciudad romana (Tella, 2014).	40
Ilustración 37: Edificio de varios niveles de la época romana. Fuente archdaily.com	40
Ilustración 38: Ejemplo del concreto romano en los muros de sus edificaciones. Fuente archdaily.com	40
Ilustración 39: Traza urbana de plato roto, Sevilla España. Fuente: Pinterest.com	41
Ilustración 40: Calles angostas producto de la traza urbana. Fuente: Pinterest.com	42
Ilustración 41: Foto exterior de la Alhambra Nevada. (Alhambra de Granada, 2019)	43
Ilustración 42: Diseño árabe de patio central con estanque de agua rodeado de vegetación. Fuente: Plantas y Jardin.com.....	43
Ilustración 43: Primeras ventanas de cristal en la edad media. Fuente: alamy.es	43
Ilustración 44: Diseño de contra ventanas de madera en la edad media.	43

Ilustración 45: Catedral de Sevilla España, tomado como ejemplo en el cual los españoles tras haber expulsado a los árabes realizaron cambios en su arquitectura para crear una identidad propia. Sin embargo, se mantuvieron ciertas construcciones como es el ejemplo de la catedral cristiana que mantuvo la mezquita árabe. Fuente: urbanexplorers.es.....	45
Ilustración 46: La basílica de Santa María del Fiore, en Florencia, es una de las principales obras arquitectónicas renacentistas que marcaron la pauta en este movimiento. Fuente: Wikipedia.org	46
Ilustración 47: Pintura del Hombre de Vitrubio, del Pintor Leonardo da Vinci, marco una de la principales representaciones de la época renacentista, donde se crea una nueva forma de ver al hombre y su entorno. Fuente: juntadeandalucia.es	46
Ilustración 48: Primeras creaciones de abatimiento en ventanas de cristal para permitir la corriente de aire.....	47
Ilustración 49: Primeras cortinas y persianas inventadas para el control de luz solar en las ventas. Fuente: Pinterest.....	47
Ilustración 50: Ejemplo de la arquitectura renacentista inglesa y del basto uso del cristal en ventanas, dejando a un lado las contraventanas. Fuente: arquitecturadecasas.info	47
Ilustración 51: Catedral de la Ciudad de México, principal exponente de la arquitectura virreinal en México. Fuente: Wiikipedia.com	48
Ilustración 52: Misión Conca, Querétaro. Utilizaban elementos como arcos de medio punto y pórticos en las iglesias, llamadas capillas pozas, dónde se mantenían a los indígenas antes de ser cambiados al cristianismo. (De-Paseo, 2019).....	48
Ilustración 53: Palacio nacional mexicano, construido a inicios de la conquista como segunda casa del conquistador Hernán Cortés. Fuente: Wiikipedia.com	48
Ilustración 54: La rápida aceleración productiva de la revolución industrial , dió paso a nuevos sistemas de transportes, disminuyendo tiempos y costos de traslados.....	50

Ilustración 55: La producción en fábricas provocó el aumento de mano de obra obrera, provocando que el hombre pasara menos tiempo en el hogar.	50
Ilustración 56: Las fábricas fueron un incentivo para ganar dinero a cambio de la mano de obra, provocando que mucha gente dejara el campo para mudarse a la ciudad.....	50
Ilustración 57: El rol de la familia moderna se vio marcado a raíz del capitalismo en la revolución industrial, al ser el padre el responsable de trabajar para poder traer dinero al hogar y la madre en ser la encargada de administrar y procurar el hogar.	51
Ilustración 58: Creación de las primeras aspas para ventilar en fábricas, debido al aire contaminado que se encontraba al interior por el uso de combustiones utilizadas para la producción.....	52
Ilustración 59: Acompañado del aire acondicionado industrial, en Estados Unidos se creó un casero para contrarrestar el clima extremo de algunos estados. Fuente:	52
Ilustración 60: Con la necesidad de crear un ambiente fresco e higiénico debido a la contaminación que se generaba en las fábricas, vino consigo el primer aire acondicionado industrial.....	52
Ilustración 61: El modernismo a pesar de su nacimiento en Europa, se extendió rápidamente por otros países y continentes debido a la gran aceptación por su practicidad y dinamismo constructivo.....	53
Ilustración 62: Frank Lloyd Wright principal exponente de la arquitectura moderna y movimiento de la arquitectura orgánica.....	53
Ilustración 63: Sistema constructivo Dom-ino, caracterizado por su sistema prefabricado y estandarizado en serie.(Gardinetti, 2019).....	54
Ilustración 64: Casa de la Cascada de Frank Lloyd Wright, obra exponente de su arquitectura orgánica.....	55

Ilustración 65: Edificio Chrysler en Nueva York, es uno de los edificios representativos del Art Deco. Fuente: Pinterest.com.	56
Ilustración 66: Sistema de control solar llamado brise-soleil, fue uno de los aciertos dentro de la arquitectura bioclimática moderna que permitía el control solar.....	57
Ilustración 67: Ciudad Refugio en París. fuente urbipedia.org.....	58
Ilustración 68: Instituto del mundo Árabe en París: Fuente https://viaxadoiro.com/2014/08/22/instituto-del-mundo-arabe-la-fachada-mas-bonita-de-paris/	59
Ilustración 69: Congreso del Team 10 en Otterlo 1959. Fuente: cosadearquitectos.com	62
Ilustración 70: Ejemplo de proporción de superficies opacas-translúcidas en la vivienda. Fuente: NOM-020.....	69
Ilustración 71: El ser humano de acuerdo a su forma de sentir es la forma en la que actúa, es un lazo estrechamente relacionado que también se ve reflejado en la habitabilidad de los espacios.....	76
Ilustración 72: El ser humano de acuerdo a su forma de sentir es la forma en la que actúa, es un lazo estrechamente relacionado que también se ve reflejado en la habitabilidad de los espacios.....	107
Ilustración 73: Edificio compuesto con parasoles para la protección de la envolvente principal.....	121
Ilustración 743: Sistema de control solar mecánico basado en una celosía. Fuente: modlar.com.....	121
Ilustración 75: Prototipo de control solar móvil. Fuente: theverge.com	121
Ilustración 76: Edificio Apple Store en Dubari, cuenta con un sistema de control solar domótico que permite la apertura o cierre de los parasoles de acuerdo a la temperatura interna. Fuente: esquireme.com.....	122
Ilustración 77: Ejemplo de tipología de vivienda en serie.....	129

Ilustración 78: Construcción de obra negra de casas en serie, (habitissimo, 2019).	133
Ilustración 79: Patios traseros de casas en serie en obra negra. (Cabecera, 2019)	134
Ilustración 80: Casas en serie con diferente orientación. (El Diario de Coahuila, 2019).....	135
Ilustración 81: Ejemplo de edificación horizontal en serie, con una traza urbana no orientada al movimiento solar. Fotografía: Ricardo Gómez Garrido www.fotoaereamexico.com	137
Ilustración 82: Trazado urbano de un fraccionamiento con casas en serie en Irapuato, México.....	138
Ilustración 83: Logo de solar decathlon Estados Unidos. Fuente: solardecathlon.gov	141
Ilustración 84: Logo del solar decathlon latin america. Fuente: solardecathlon.gov	141
Ilustración 85: Logo del solar decathlon europa. Fuente: solardecathlon.gov.....	141
Ilustración 86: Vista aérea de la colonia Paseos del Pedregal Querétaro. Google Maps.	137
Ilustración 87: Delimitación de condominio Cantera, en la colonia Paseos del Pedregal.....	138
Ilustración 88: Fachadas tipo de las viviendas del condominio Cantera.	139
Ilustración 89: Acercamiento de las 77 casas de la unidad condominal Cantera.	139
Ilustración 90: Plantas de los dos niveles y la azotea de la vivienda tipo.	140
Ilustración 91: Resultados proyectados en planta baja de las diferentes orientaciones presentadas. Elaboración propia.....	164
Ilustración 92: Resultados proyectados en planta alta de las diferentes orientaciones presentadas. Elaboración propia.....	166

Ilustración 93: Planta baja arquitectónica de prototipo de vivienda en serie. Elaboración propia.	181
Ilustración 94: Planta alta arquitectónica de prototipo de vivienda en serie. Elaboración propia.	182
Ilustración 95: Planta de azotea de prototipo de vivienda en serie. Elaboración propia.	183
Ilustración 96: Acción de la protección solar en la cocina a las 12:00 el 1 de mayo.	205
Ilustración 97:Acción de la protección solar en la cocina a las 10:00 el 1 de mayo.	205
Ilustración 98: Acción de la protección solar en la cocina a las 10:00. el 26 de diciembre.....	207
Ilustración 99: Acción de la protección solar en la cocina a las 12:00. el 26 de diciembre.....	207
Ilustración 100: Propuesta de lotificación con orientación óptima de acuerdo a la latitud del municipio de Querétaro. Elaboración Propia.....	178

Lista de gráficas

Gráfica 1: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	145
Gráfica 2: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	148
Gráfica 3: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	151
Gráfica 4: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	154
Gráfica 5: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	156
Gráfica 6: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	158
Gráfica 7: Análisis comparativo de datos de encuesta. Elaboración propia.	161
Gráfica 8: Análisis comparativo de estrés solar por radiación directa en fachadas. Elaboración propia	177
Gráfica 9: Análisis comparativo de estrés solar por radiación directa en fachadas. Elaboración propia	177
Gráfica 10: Gráfica comparativa de radiación solar en fachadas del caso de estudio y fachada propuesta.	202
Gráfica 11: Gráfica comparativa de radiación solar en ventanas del caso de estudio y ventana propuesta en fachada sur.....	203
Gráfica 12: Gráfica comparativa de radiación solar en fachadas del caso de estudio y fachada propuesta, en la cocina.	212

Lista de tablas

Tabla 1: Evaluación de eficiencia energética a lo largo del año. Elaboración propia.	139
Tabla 2: Evaluación de SCS móvil	140

Bibliografía

- Alchapar, N., Correa, E., & Cantón, M. (2012). Índice de reflectancia solar de revestimientos verticales: potencial para la mitigación de la isla de calor urbana. *Ambiente Construído*, 112.
- Alhambra de Granada. (28 de Septiembre de 2019). *Alhambra de Granada.org*. Obtenido de <https://www.alhambradegranada.org/es/info/galeriadefotosalhambra.asp>
- Alonso, A. E. (2015). Historia documental de la vivienda Colectiva. *4º Seminario Ibero-americano*. México D.F.: Universidad Autonoma Metropolitana-Xochimilco.
- Ancient Origins. (13 de Marzo de 2018). *Ancient Origins*. Obtenido de <https://www.ancient-origins.net/ancient-places-europe/theopetra-cave-and-oldest-human-construction-world-009739>
- Architecture, L. C., México, P. d., & Edificación, C. (2014). *Guía Rápida Para el Cálculo de la NOM-020-ENER-2011*. México, D.F.
- Astromia. (14 de 08 de 2019). *Astromia*. Obtenido de <https://www.astromia.com/solar/sol.htm>
- Astronomia. (14 de 08 de 2019). *Astronomia*. Obtenido de <https://www.astromia.com/solar/sol.htm>
- Autodesk. (30 de 10 de 2017). *Diseño Sostenible*. Obtenido de www.autodesk.es/adsk/servlet/pc/index?siteID=455755&id=15525874
- Babu, S. (02 de septiembre de 2019). *Swarajya*. Obtenido de <https://swarajyamag.com/ideas/the-many-mysteries-of-the-konark-sun-temple>
- Barrios, D. M. (2013). El ser humano excluido del diseño del entorno individual y social . En D. M. Barrios, *La ciudad, un espacio para la vida, miradas y*

- enfoques desde la experiencia espacial* (págs. 211-225). Granada, España: Ed. Universidad de Granada España .
- Bergman, J. (28 de 01 de 2008). *Ventanas al Universo*. Obtenido de https://www.windows2universe.org/sun/effect_on_earth.html&lang=sp
- Bosch, A. (2005). *El universo de Einstein*. Barcelona: Michio Kaku.
- Calvo, J., & Urbano, H. (s.f.). *Ritos y Fábulas de los Incas*. Perú: Universidad de San Martín de Porres .
- Ciencias Salud y Medioambiente. (15 de 08 de 2016). *Ciencias Salud y Medioambiente*. Obtenido de <http://isxclarkx300.blogspot.com/>
- Colaboradores ARQHYS. (16 de Agosto de 2019). *ARQHYS*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/construccion/arquitectura-neolitico.html>
- comunidad ISM. (30 de 10 de 2017). *Autodesk Ecotect Analysis: Software de diseño sostenible de edificios*. Obtenido de www.comunidadism.es/herramientas/autodesk-ecotect-analysis-software-diseno-sostenible-de-edificios
- CONAVI. (2013). *NAMA Apoyada por la vivienda Sustentable en México - Acciones de Mitigación y Paquetes financieros*.
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (2015). Artículo 4. En *Ley de Vivienda*.
- Cortés, C. O., & Villar, L. M. (2013). Método Integral de Diseño Ambiental. Aproximación desde la línea base socio-ambiental para definir factores de habitabilidad. *Universidad Católica de Colombia, Bogotá*, 88.
- De Dear, R. J. (1998). Developing an Adaptative Model of Thermal Comfort and Preference . *eScholarship, University of California*.
- De-Paseo*. (28 de Septiembre de 2019). Obtenido de <http://www.de-paseo.com/queretaro/item/misiones-sierra-gorda/>

- Duque, K. (25 de Octubre de 2017). *Arch Daily*. Obtenido de <https://www.archdaily.mx/mx/02-265617/clasicos-de-arquitectura-instituto-del-mundo-arabe-jean-nouvel>
- EcuRed. (14 de 08 de 2019). *Ecu Red*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Radiaci%C3%B3n_solar
- Energy, U. D. (15 de Octubre de 2017). *Solar Decathlon*. Obtenido de <https://www.solardecathlon.gov/>
- Fernández, J. L. (14 de 08 de 2019). *FisicaLab*. Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/reflexion-refraccion-luz#contenidos>
- Field, Christopher B.; Behrenfeld, Michael J.; Randerson, James T.; Falkowski, Paul. (5 de 12 de 1998). Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*.
- Fletcher, G. (2001). Exercise Standards for Testing and Training. *AHA Scientific Statement*.
- Flores, D. A. (2016). Fenomeno Arquitectónico, proceso de diseño y complejidad humana: Propuesta de re-conceptualización. Ciudad de México: Universidad Nacional Autonoma de México.
- Flores, M. (10 de 2018). *Vitaminad3*. Obtenido de https://vitaminad.mx/factores-de-los-cuales-depende/?gclid=Cj0KCQjwhdTqBRDNARIsABsOI9-DPBzjDvEreVNIqDIUcZg75IG_9w50erXcGP8Le0V1uW_q58stu9oaAk7_EALw_wcB
- Fonseca, X. (1994). *Las medidas de una casa*. Árbol Editorial.
- Franco, J. T. (12 de 12 de 2015). *Arch Daily*. Obtenido de <http://www.archdaily.mx/mx/778921/la-casa-uruguay-gana-el-solar-decathlon-america-latina-y-el-caribe-2015>
- Frank Lloyd Wrigth Foundation. (26 de Octubre de 2019). *Frank Lloyd Wrigth Foundation*. Obtenido de <https://franklloydwright.org/site/fallingwater/>

- García, M. (2017). *Re-habilitación exprés para hogares vulnerables, Soluciones a bajo coste*. Barcelona: Funcación Gas Natural Fenosa.
- García, S. (27 de Agosto de 2019). *Sobre Leyendas*. Obtenido de <https://sobreleyendas.com/2012/04/30/helios-el-dios-sol/>
- Gardinetti, M. (26 de Octubre de 2019). *TECNNE*. Obtenido de <http://tecnne.com/le-corbusier/dom-ino-uno-a-uno/>
- Gobierno de Navarra. (10 de 04 de 2020). *navarra.es*. Obtenido de <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>
- Gobierno Estatal de Yucatan. (02 de septiembre de 2019). *Juntos tranformemos Yucatán*. Obtenido de http://www.yucatan.gob.mx/?p=chichen_itza
- Godoy, M. A. (2012). El Confort Térmico Adaptativo. *Universidad Politécnica de Cataluña*.
- Heidegger, M. (1951). *Construir, Pensar, Habitar*. Darmstadt, Alemania.
- Herrera, L. R., García, M. A., Candelas , G. Á., Borrallo, J. M., García, R. R., & Mercader, M. P. (s.f.). La introducción de los concursos de arquitectura como herramienta de aprendizaje activa, en la enseñansa de la arquitectura ambiental. *Intercambio de Experiencias Docentes en la ETSA*.
- Hillier, B., Musgrove, J., & O'sullivan, P. (1972). *Knowledge and design*. Los Angeles, University of California: W.J. MITCHELL.
- Howard, R., & Hughes College of Engineering. (2017). *Sinatra LIVING*. Las Vegas: U.S. Departament of Energy Solar Decathlon 2017 - Team Las Vegas.
- Huchim, H. J. (02 de Sep de 2019). *Viviendo el Tiempo Maya*. Obtenido de <https://maya.nmai.si.edu/es/el-sol-maya>
- Landázuri Ortíz, A. M., & Mercado Doménech, S. J. (2004). Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda . *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 92.

- Le Corbusier, de Villeneuve, & Jeanne. (1954). *Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna*. Buenos Aires: La Carta de Atenas .
- Lewin, K. (1964). *Field theory in social science*. New York: Harper and Row.
- Lotito, F. C. (2009). *Arquitectura Psicología Espacio e Individuo*. *AUS (Valdivia)*, 3.
- Martí, M. (02 de septiembre de 2019). *Surya, dios del Sol*. Obtenido de <https://sobreindia.com/2013/04/05/surya-el-dios-del-sol/>
- Martcorena, J. L. (03 de Abril de 2017). *Profesor Molina*. Obtenido de http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/domotica/sist_domo.htm
- Maturana, H., & Varela, F. (1998). *De maquinas a seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo* . Santiago de Chile: Editorial Universitaria .
- Mohmoud, A., & Hassaan , A. (2011). An analysis of bioclimatic zones and implications for dedign of outdoor built enviroments in Egypt. *Building and Envirometrn / EL SEVIER*, 605.
- Montejano, A. J. (s.f.). *Edificación sustentable Querétaro*. Querétaro: Garca.
- Morales, J. B. (20 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/content/las-cuevas-el-hombre-otros-habitantes-y-la-historia-de-la-bioespeleologia-en-mexico-primera>
- Murray, M. (04 de 04 de 2018). *Climate Consultant*. Obtenido de <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/>
- National Institute of Healt. (Julio de 2014). *NIH*. Obtenido de <https://salud.nih.gov/articulo/el-sol-y-la-piel/>
- Neila, G. F. (2001). *Técnicas arquitectónicas y constructivas de Acondicionamiento ambiental*. Madrid, España: Munilla-Lería.
- Neila, G. F. (2001). *Técnicas Arquitectónicas y Constructivas de Acondicionamiento Ambiental*. Madrid, españa: Munilla-Lería.

- Neila, G. F. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible*. Madrid, España.: Minilla-Lería.
- Neila, G. F. (2011). *Acondicionamiento ambiental y habitabilidad en arquitectura*. Madrid.
- NMAI. (02 de septiembre de 2019). *National Museum of the American Indian*. Obtenido de <https://maya.nmai.si.edu/es/el-sol-maya/los-mayas-y-el-sol>
- Norberg-Schluz, C. (1980). *Genius Luci: Towards a Phenomenology of Architecture*. *Rizzoli International Publications: New York*.
- Oliver, R. A., García , S. A., & Neila, G. J. (2009). *Integración de Materiales de Cambio de Fase en Placas de Yeso Reforzados con fibras de Polipropileno*. Madrid.
- Passivhaus, P. E. (2011). Protecciones fijas y móviles . En P. E. Passivhaus, *Guía del Estandar Passivhaus* (pág. 115). Madrid: Consejería de Economía y Hacienda.
- Paz, P. C., Rivera, H. N., & Ledezma, E. M. (2015). El Impacto de la Sustentabilidad en la Vivienda en Serie de Nuevo León. 44.
- Pueyrredón, J. M. (27 de Ago de 2019). *National flag of Argentina*. Obtenido de https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Sol_de_Mayo-Bandera_de_Argentina.svg
- Quintero, M., De La Fuente, R. A., & García, R. (Noviembre de 2009). *Ciencia y Desarrollo*. Obtenido de CONACYT: http://www.cyd.conacyt.gob.mx/237/Articulos/Cuando_el_calor/Cuando_el_calor_2.html
- Rodríguez , M. (06 de 11 de 2017). *INESEM Business School*. Obtenido de Aprendamos el concepto, uso y cálculo de los Grados día: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/uso-concepto-gradoss-dia-degree-days/>

- Rodríguez, V. M. (2001). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Ciudad de México: LIMUSA.
- Ruano, A. (2014). *Un Vitrubio Ecológico Principios y Prácticas del Proyecto Arquitectónico Sostenible*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ruano, M. (2014). *Un Viturvio Ecológico*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Ruano, M. (2014). *Un Viturvio Ecológico Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible*. Barcelona, España.: Gustavo Gili.
- SAMIUC. (25 de 01 de 2012). *Sociedad Andaluza de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias*. Obtenido de <https://www.samiuc.es/index.php/calculadores-medicos/calculadores-antropometricos/superficie-corporal-asc-segun-dubois-y-dubois.html>
- Sánchez, L. A., & Maqueda, Z. M. (2008). Curvas de demanda de energía eléctrica en el sector doméstico de dos regiones de México. *Smart Metering West*, 194-196.
- Segura, R. (2012). *Pieles arquitectónicas: de la fachada a la envolvente*.
- Servicio Andaluz de Salud. (15 de 08 de 2019). *Disfruta del Sol*. Obtenido de <https://disfrutadelsol.hcs.es/wp-content/uploads/2015/03/CARTELES-GYMKANA.pdf>
- Simancas, Y. K. (2003). *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona.
- Sisevive Ecocasa. (2014). *Sistema de Evaluación de la Vivienda*.
- Skinner, B. (1968). Operant Behavior. *American Psychologist*.
- Soriano, E., & González, D. A. (2015). *Ciencias 3. Química (Edición1)* (1° ed.). Santillana.
- Sosa, M. E., Siem, G., & Alizo, T. (2006). Diagnostico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos d la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. *Tecnología y Construcción*, 56.

- Swiss Living Challenge. (17 de Febrero de 2018). *Swiss Living Challenge*. Obtenido de <http://www.swiss-living-challenge.ch/en/>
- Talamás, J., & Sastre, R. (2014). *Arquitectura transformable móvil temporal. Sistemas de paneles removibles para usos múltiples y estudio de un prototipo como caso de estudio*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Tella, G. (21 de Mayo de 2014). *Pu Urbana*. Obtenido de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/05/21/revisando-los-primeros-asentamientos-humanos/>
- Terrados, F. J., & Moreno, D. (2013). "Patio" and "botijo": Energetic strategies' architectural integration in "Patio 2.122 prototype. *Energy and buildings, El Sevier*.
- Thode, R. (27 de 08 de 2019). *Tierra de Faraones*. Obtenido de <http://www.egiptologia.org/mitologia/panteon/ra.htm>
- Trebilcock, M. (2009). Proceso de Diseño Integrado: nuevos paradigmas en arquitectura sustentable. *arquitecturarevista*, 3.
- Trigos, G. M. (2017). *Análisis el ciclo de vida de las soluciones propuestas en Solar Decathlon 2015*. Sevilla, España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- U.S. Department of Energy. (15 de Octubre de 2017). *Solar Decathlon*. Obtenido de <https://www.solardecathlon.gov/2017/competition-contests-health-comfort.html#scores1>
- UN Environment. (15 de Octubre de 2015). *Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente*. Obtenido de <http://www.unep.org/newscentre/countries-agree-curb-powerful-greenhouse-gases-largest-climate-breakthrough-paris>
- Weather spark*. (06 de 07 de 2019). Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/5674/Clima-promedio-en-Ciudad-de-M%C3%A9xico-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Wethington, N. (27 de 05 de 2009). *UniverseToday*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20140817161011/http://www.universetoday.com/26749/formation-of-the-milky-way/>

Yáñez, G. (1988). *Arquitectura Solar, Aspectos Pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*. En G. Yáñez, *Arquitectura Solar* (pág. 5). Madrid, España: Ministerio Obras Publicas y Urbanismo.

Zambrano, P. P. (2013). *Control solar e iluminación natural en la Arquitectura*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Zuleta, T. R. (2016). Aproximación a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. En *Aproximación a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz* (pág. 18). Colombia: Universidad de Colombia.