

03045



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN ARQUITECTURA

## **ESPECIALIZACIÓN EN HELIODISEÑO**

**ESTRATEGIAS DE HELIODISEÑO EN PROYECTO DE CASA  
DUPLEX CON ALBERCA EN OAXTEPEC, MORELOS.**

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:  
**ESPECIALISTA EN HELIODISEÑO**  
Presenta:

**EDWIN JOSE ANGULO ALCARAZ**

México, D.F.

MAYO 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

1963

1963

## INTRODUCCIÓN - OBJETIVOS

# INTRODUCCIÓN - OBJETIVOS

Las pautas de diseños informan sobre las consecuencias de una decisión y sobre la forma de combinar varias de ellas. Podemos percibir estas normas de manera casi intuitiva y en realidad resumen la acumulación de nuestra experiencia en el diseño y construcción de edificios. La calidad de un edificio y el hecho de que funcione bien o mal dependerá en gran parte de las decisiones tomadas al crearlo, o sea de las pautas que hayamos seguido. Para ser utilizables en el proceso de diseño, las reglas practicas deben ser especificas sin convertirse en restrictivas.

En esta tesis se propone ejecutar un proyecto de 2 casas en un terreno real en un fraccionamiento en Oaxtepec, Morelos, para esto se observan las posiciones solares a lo largo de todo el año así como el análisis climático para proponer técnicas de heliodiseño (diseño utilizando el sol así como las condiciones climáticas), que ayuden a tener una mejor ambientación para los usuarios así como una mejor adaptación de la vivienda al ecosistema del lugar y por lo tanto un considerable ahorro de energía tratando de evitar sistemas artificiales de acondicionamiento.

En la primera parte de la tesis se trata la teoría general de heliodiseño, en donde se tratan diferentes temas como son: Antecedentes históricos, el sol, la radiación solar, relaciones geométricas, generalidades sobre el calor, climatización natural de edificios, metodología de diseño, las gráficas como auxiliares, pruebas con modelo ( heliodón ).

En la segunda parte se trata y se aplica esta teoría al proyecto teniendo como puntos importantes: descripción del proyecto, análisis del terreno, clima y generalidades, relaciones solares geométricos desarrollo del proyecto y planos, estrategias de diseño.

Por último en la tercera parte tenemos conclusiones, así como una bibliografía y apéndice.

OBJETIVO:

Considerar los factores climáticos y en especial al sol para desarrollar un mejor proyecto arquitectónico, así como tener bases para apoyar decisiones de proyecto, fomentar el ahorro de energéticos con técnicas de heliodiseño y tener una base crítica y análisis de diferentes proyectos arquitectónicos

## 1.1 ANTECEDENTES

# HISTORICOS

No existe nada nuevo bajo el sol, esto es particularmente cierto en el caso de los usos pasivos de la energía solar en la arquitectura, la historia de las aplicaciones de estrategias pasivas de la energía solar es larga, su estudio sistemático por otro lado, es corto si se le compara con la duración de la aparición del hombre.

Entre las tecnologías de aprovechamiento de la energía solar, las estrategias pasivas son las más antiguas. Si consideramos que dentro de las ciudades estrategias no sólo se encuentran métodos para lograr un ambiente térmico agradable, sino que existen muchas otras que se encuentran directamente relacionadas con el sol. Veremos que las antiguas civilizaciones utilizaban métodos para su aplicación (conscientes o no de que estas eran estrategias de diseño).

En China por ejemplo, en los años 3000-3500 a.C. se orientaban los pueblos hacia el sur para poder aprovechar la radiación solar en invierno. En el antiguo Egipto se conocían y aplicaban los principios básicos de diseño para lograr una protección o reducción natural, sin desapegarse de las características de adecuación climática de sus construcciones, los templos egipcios son un ejemplo palpable de la utilización de algunas estrategias pasivas, el tamaño de las aberturas estaba naturalmente limitado por las restricciones de claros que existían en esta época, desde el punto de vista estructural por el uso de la piedra en sistemas de trabe y columna, pero además la misma textura y espesor de los muros servía al doble propósito de suavizar y difundir la luz directa solar al tiempo que proveía almacenamiento por medio de masa térmica reduciendo los drásticos cambios de temperatura característicos de los climas descritos.



En algunos grandes templos la luz era introducida por medio de ventanas especialmente diseñadas y adecuadas con elementos para suavizar la iluminación, en algunos otros, la luz llegaba al interior a través de aberturas en los techos o en los muros laterales, aparte de las entradas normales a los edificios en el gran templo de Ammon, en Karnak, (Fig. 1) la cantidad de luz se administraba intencionalmente para crear ambientes propicios a los ritos.

Fig. 1. Gran templo de Ammon en Karnak, (fuente, tesis Prof. Raúl Reyes)

No tenemos documentos físicos que comprueben históricamente los conocimientos de los antiguos egipcios sobre estos temas: sus obras, lo que quede de ellas, son la referencia básica con la que contamos, habrían de pasar algunos siglos más para que se documentaran las estrategias de diseño por escrito. Hacia el siglo V a.C. tanto la madera como el carbón eran escasos en Grecia, estos materiales eran importantes porque proporcionaban el combustible para quemar en los braceros que proveían de calor a las edificaciones, al consumir la existencia de maderas de la helade, los griegos tuvieron que depender cada vez más de las costosas importaciones de Asia menor y Rusia, fue por ello que en esta época se hizo popular el aprovechar la energía solar para moderar los cambios térmicos del clima. No sólo se intentaba que las casa particulares tuvieran una orientación predominantemente hacia el sur, sino también ciudades enteras fueron trazadas considerando los distintos movimientos del sol.

Un ejemplo claro de ello es la ciudad de Olynthus, ( Fig. 2) situada en la parte superior de una elevación montañosa, las calles de la ciudad fueron trazadas ortogonalmente en direcciones norte - sur y este – oeste, esta disposición permitía la orientación de las casas para que aprovecharan las distintas posiciones del sol en las estaciones del año, los habitantes de Olynthus sabían que durante el invierno el sol

parece moverse describiendo un arco bajo en la bóveda celeste, mientras que en verano su camino diurno es más vertical, las casas habitación eran diseñadas de manera que pudieran hacer uso racional de estos movimientos: Gran parte de la construcción estaba orientada hacia el sur con volados de dimensiones tales que permitían la entrada de los rayos solares en los meses de invierno mientras que los bloqueaba en la época de calor la parte norte de las viviendas fue pensada con la estrategia de proteger la casa de los vientos fríos del norte y por lo tanto tenía pocas ventanas.

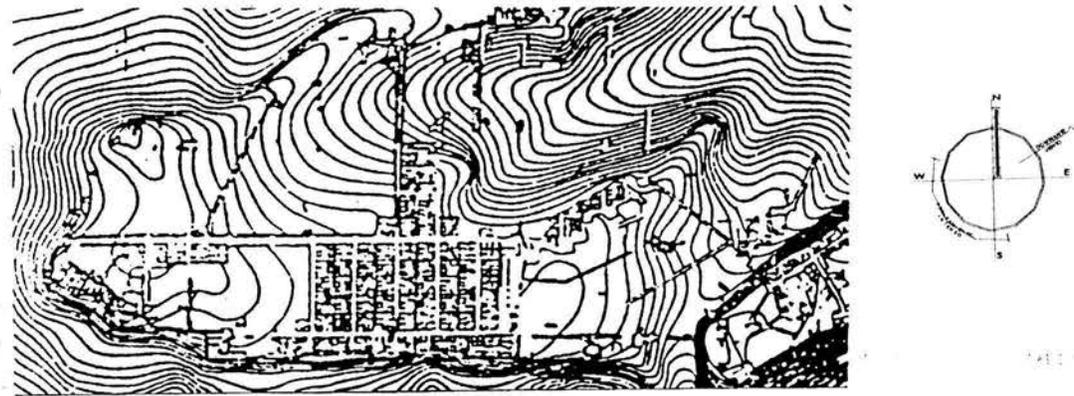


Fig. 2 Olynthus, Grecia (432 a.C.), (Fuente: tesis Prof. Raúl Reyes)

Los Romanos por su parte, también aprovecharon las enseñanzas de los griegos, como la población helénica, también la romana acabó con los recursos combustibles de su región, cerca de la ciudad de Roma, monte Cimino fue el origen de mucha de la madera consumida por la sociedad romana, ya para el siglo I a.C. era necesario importar combustibles de regiones tan lejanas como el Cáucaso, dos siglos después, hacia el siglo y d.C., los grandes señores podían gozar de la comodidad de la calefacción central que, sin embargo, podía consumir hasta cerca de 140kg. de madera por día, el interés por ahorrar recursos, especialmente económicos, hizo que los diseñadores se interesaran por las estrategias de diseño heredadas de la civilización helénica, los diseñadores romanos no se limitaron a copiar las antiguas estrategias

griegas, sino se atrevieron a investigar aun más sobre este tema. Es en esta época cuando personajes como Vitruvio, Paladio y Faventino dieron gran relevancia a la correcta aplicación de estrategias para el uso de la energía solar en la construcción, inclusive, según algunos autores, fueron los mismos romanos los que emplearon el vidrio en las ventanas para crear un sistema pasivo de almacenamiento de energía (ahora llamado efecto invernadero), que si bien no estamos seguros de que conocieran los principio básicos de la teoría, por lo menos sabemos que conocían su aplicación práctica. Un buen ejemplo de ello eran las protecciones transparentes que se tenían en las termas y baños públicos para ayudar a mantener un ambiente caluroso en su interior, en los diseños previos, las termas tenían pequeñas aberturas en la piedra para dejar entrar tanto aire como luz. en un nuevo concepto, el baño que integraba estrategias solares, conocido como "caldarium", tenía grandes ventanales orientados hacia el sudoeste, es decir, hacia la puesta del sol en invierno, además de ello contaba con ventanas hacia el sur con objeto de elevar la temperatura interior de la zona de baño. No solo en las obras publicas romanas se aplicaron las estrategias para el aprovechamiento pasivo de la energía solar, en algunas casas habitación se intentaba que las ventanas fueron orientadas hacia el sur, por ejemplo, en la villa de un rico escritor, Plinio el joven, el estudio de trabajo (llamado "haliocaminus") fue diseñado con una planta semicircular con ventanales de vidrio transparente o mica hacia el sudoeste, para captar el calor del sol de invierno por las tardes. El vidrio no era difícil de conseguir en Roma la fabricación de este nuevo material estaba en auge, ya sea por el sistema de pulido de mica o selenita en láminas relativamente delgadas o por el proceso de vaciado de vidrio derretido en moldes, otro proceso similar involucraba el soplado del vidrio derretido en forma de cilindros, a los que se les daba forma para después laminarlo con herramientas especiales, la técnica no resultaba demasiado rudimentaria para las necesidades de la época: Se podían inclusive fabricar vidrios hasta de 1.00m x .70m.

Para darse cuenta de la importancia que tenía en la antigua Roma el aspecto de la orientación de las construcciones, se menciona que durante el s. II d.C. el derecho romano establecía como ofensa civil colocar obstáculos que impidieran la llegada de los rayos solares a edificios diseñados para tal fin. Pero no sólo en las antiguas civilizaciones el aprovechamiento pasivo de la energía solar cobra importancia básica, es ampliamente conocido el hecho de que en Medio Oriente las estrategias arquitectónicas para producir enfriamiento en las

construcciones se han aplicado por siglos, sin que nadie haya podido precisar una fecha de inicio de su uso, como ejemplo sólo mencionaremos uno de los muchos que se podrían dar: las torres de viento que aun hoy en día se pueden encontrar en países como Irán. Las sociedades indígenas de todo el mundo, inclusive aquellas de América, dan muestras fehacientes del conocimiento de algunas estrategias de aprovechamiento natural de la energía y su aplicación práctica. Las culturas indígenas del sudoeste de los E.U. legaron edificaciones en las que se aplican sistemas pasivos para su acondicionamiento térmico. En Europa durante la Edad Media, prácticamente un milenio después de la caída de Roma, fueron olvidados los principios de calefacción por medio del aprovechamiento de los rayos solares que se pueden canalizar a través de las ventanas, según las palabras de butti " los escritos de arquitectura solar de los griegos y los romanos cayeron en desuso... las grandes áreas de vidrio pasaron de moda; No se podían conseguir, ni eran prácticas o eran demasiado costosas", las pocas aplicaciones que en esa época se dieron incluían solo el uso del vidrio como elemento para lograr una iluminación natural relativamente satisfactoria en algunos espacios, especialmente los religiosos. Durante el renacimiento el interés de los arquitectos en los sistemas de diseño clásicos reapareció, y con ello se re descubrían algunas de las aplicaciones griegas y romanas del diseño solar, aunque entendidas de una manera poco práctica, los arquitectos tomaban la forma, y descuidaban la función, el estilo era lo importante, grandes ventanales se orientaban hacia el norte o a cualquier otra dirección sin la preocupación de saber si captaban la radiación solar, estas edificaciones se transformaron a menudo en grandes cuartos fríos para los cuales había que encauzar recursos energéticos y económicos para poder habitarlos.

El advenimiento de los siglos XIX y XX hizo que la preocupación por algunas técnicas de diseño se diera en la mente de algunos arquitectos, el siglo XIX veía el desencadenamiento de la Revolución Industrial especialmente en Europa, y con ello el desarrollo de grandes construcciones habitacionales para los obreros, es cierto que lo que provocó esta preocupación de mejora no fue una conciencia de un diseño apropiado o de ahorro de recursos, las unidades habitacionales para los trabajadores no reunían las condiciones mínimas de espacio, higiene o diseño para mantener un nivel satisfactorio de vida, las edificaciones a menudo resultaban ser espacios cerrados, sin ventanas ordenados de manera que se aprovechara el espacio al máximo sacrificando ventilación y soleamiento, las epidemias no se hicieron esperar, algunas de las

enfermedades (cólera, viruela, fiebre tifoidea, y tuberculosis) resultaban mortales, en gran parte debido a la falta de sol en las viviendas, y los médicos de la época empezaban a entender la acción germicida de los rayos ultravioleta del sol, las industrias empezaban a resentir los problemas de sus empleados, y tanto la amenaza de una epidemia de alguna de estas enfermedades en las zonas económicamente acomodadas como los daños económicos a la producción hicieron que se presionara al gobierno a establecer lineamientos mínimos de diseño para evitar estos males. Ya para principios del presente siglo la mayoría de los gobiernos europeos habían establecido normas legales para la protección de los habitantes de las zonas fabriles, los arquitectos empezaron a preocuparse por las normas de diseño, que resolvieran los problemas surgidos por falta de planeación, los cambios no se dieron de una manera instantánea, aunque el enfoque era básicamente científico, había mucho por redescubrir, como reacción inmediata al diseño urbano ortogonal que había sido la base de desarrollo del sistema de edificación de unidades para obreros, se impuso el diseño de plantas que evitaban todo ángulo recto, esto llevó a los arquitectos a tratar de resolver algunas consecuencias poco favorables, tales como orientaciones inconvenientes.

Quizá una de las primeras nociones que se adquirieron fue el conocer que para las latitudes más septentrionales, la orientación hacia el sur era óptima para captar tanto el efecto germicida de los rayos solares como su efecto calefactor, hubo varios arquitectos interesados en esto, aunque sus aplicaciones reales a la construcción fueron muy limitadas, entre los primeros diseñadores que comenzaron a delinear normas de diseño a nivel urbano que integraran usos pasivos de la energía solar se encuentra los franceses Agustín Rey y Tony Garnier.

Habría que esperar hasta después de la primera guerra mundial para que Alemania se viera presionada por falta de combustibles y dificultades económicas rigurosas, el desarrollo de proyectos que evitaran o redujeran en lo posible el consumo de energéticos se volvió una prioridad en el ámbito habitacional, la vivienda era escasa, de manera que se enfocaron los esfuerzos a la construcción de unidades habitacionales, aunque con un nuevo diseño, anteriormente reinaba el concepto de edificación de vivienda con orientaciones hacia los cuatro puntos cardinales, el que hubiera orientaciones mejores que otras no resultaba relevante, simplemente era una característica que resultaba imposible evitar, es en este momento cuando Walter Gropius, uno de los pioneros en nuevas estrategias de diseño, propone la construcción en bloques

paralelos donde cada vivienda pueda sacar provecho de las mejores orientaciones, en un principio las orientaciones elegidas no fueron las optimas desde el punto de vista solar, pues se vieron influidas grandemente por el factor económico, donde se trataba de acomodar la mayor cantidad de bloques en el espacio mínimo, la situación mejoró notoriamente cuando se descubrió que aún sacrificando una mayor superficie de terreno, era necesario sacar provecho de las orientaciones hacia el sur.

**1.2****EL SOL**

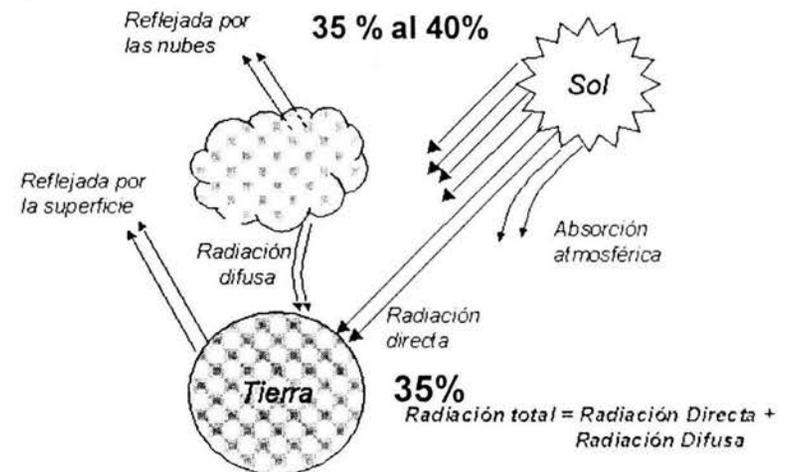
Todo ello nos remite a la cuestión de la arquitectura bioclimática, es decir, a la construcción de edificios inspirados en la naturaleza que sigan una clara estrategia para reducir al máximo el deterioro medioambiental y a la vez proporcionen sensación de bienestar. Los temas que deben tratarse para el diseño de edificios bioclimáticos contemporáneos y para entornos adecuados para ellos son esencialmente tres, aparte de su sostenibilidad: energía, salud y bienestar. Los elementos que deben ser considerados con el heliodiseño son: El principal elemento de la naturaleza, el sol, origen de la vida en este planeta. La importancia que tuvo el sol para los pueblos que nos precedieron en el arte de la arquitectura determinó la creación de obras que, a pesar del tiempo y del abandono en que se encuentran, fueron capaces de maravillar y aún en este momento dichas obras continúan proporcionando datos válidos que son empleados por personas capaces de comprender que no podemos vivir desligados de la naturaleza, sin racionalizar en nuestra arquitectura por moderna que esta sea. Debido a la emergente situación actual en la cual el abastecimiento de energía se torna cada vez más difícil, problemático y por lo tanto costoso, es importante que tomemos conciencia al respecto para ahorrar dichos recursos, cada cual en sus respectivas áreas o posibilidades, este trabajo se refiere en especial al ahorro de energía utilizando de la mejor manera los recursos naturales, como son el sol, los vientos, la lluvia y demás aspectos climáticos para un diseño más lógico y racional en construcciones, para dicho propósito y como buen principio es importante conocer algunos fenómenos naturales. Actualmente, la teoría más aceptada sobre el origen del sol, es que procede de una nube compuesta principalmente de hidrógeno. En la primera fase de su desarrollo y bajo los efectos de la gravedad, esta nube de partículas de hidrógeno se densificó, en un instante, cuando la densidad de la nube fue suficiente para que se produjesen colisiones violentas entre las partículas de hidrógeno, el calor

engendrado permitió la fusión de los núcleos de hidrógeno y la liberación de la correspondiente energía nuclear, la energía emitida por el sol representa la combustión o la transformación de masa una masa de 4 200 000 ton. en energía.

### 1.2.1 RADIACION SOLAR

Las fusiones termonucleares que se producen en el núcleo del sol liberan energía en forma de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia. La energía que atraviesa el espacio se compone de radiaciones de diferentes longitudes de onda, toda la radiación interceptada por la tierra (incluida la atmósfera) llega como máximo al 35 % de la reflejada al espacio, la reflexión de energía por una superficie es llamada albedo de esta superficie, el albedo de la tierra en conjunto es del 35 al 40 %, la mayor parte de esta energía es reflejada hacia el espacio por las nubes y el smog, pero también se presentan reflexiones en la superficie de la tierra en superficies como el agua, nieve o arena, parte de la radiación que queda después de atravesar la atmósfera terrestre es difractada en todas direcciones por su interacción con las moléculas de aire y las partículas de polvo atmosférico, después de que las nubes y el polvo atmosférico han refractado y reflejado aproximadamente un tercio de la energía incidente, el vapor de agua, anhídrido carbónico y el ozono de la atmósfera absorben otro 10-15%, debido a la traslación y a la rotación de la tierra, el espesor de atmósfera que debe atravesar la radiación solar varía según la hora del día y el mes del año. (Fig. 5)

Fig. 5 Radiación total incidente (Paso de la radiación a través de la atmósfera) (Fuente: Szokolay)



El trayecto de la tierra alrededor del sol es ligeramente elíptico, difícilmente distinguible de un círculo, la tierra orbita alrededor del sol y también gira una vez por día alrededor de un eje que va del polo norte al polo sur, este eje esta inclinado  $23\frac{1}{2}$  (exactamente  $23^{\circ} 27'$ ) respecto a la perpendicular al plano que forma la órbita terrestre alrededor del sol, la inclinación del eje de la tierra es la responsable de la variación estacional del clima, la inclinación es constante alrededor de la órbita solar y por ello en los meses de verano el hemisferio norte esta inclinado hacia el sol, durante este periodo el hemisferio norte recibe mas horas de soleamiento y la radiación incide mas perpendicularmente a la superficie de la tierra, durante los meses de invierno la situación es la contraria y el hemisferio norte recibe menos horas de soleamiento, a un ángulo menor, mientras que es verano en el hemisferio sur. (Fig. 6 y 7)

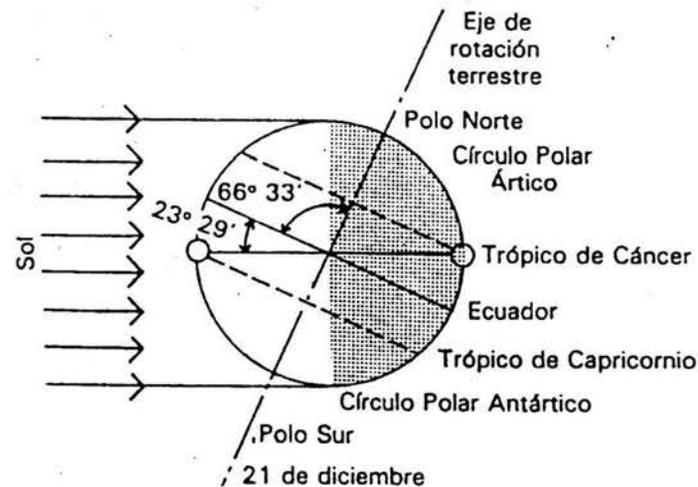


Fig. 6 Líneas imaginarias que definen incidencias particulares de los Rayos Solares en la tierra,(Fuente: Mazria)

## 1.2.2 RELACIONES GEOMETRICAS

La mayoría de nosotros estamos familiarizados con el comportamiento del sol sobre la bóveda celeste, sabemos que los movimientos aparentes de este astro varían de mes a mes, la trayectoria más baja se da en invierno, mientras la más alta se da en verano. la parte intermedia entre estas dos trayectorias se da precisamente durante los equinoccios marzo 21 y septiembre 21. (Fig. 7)

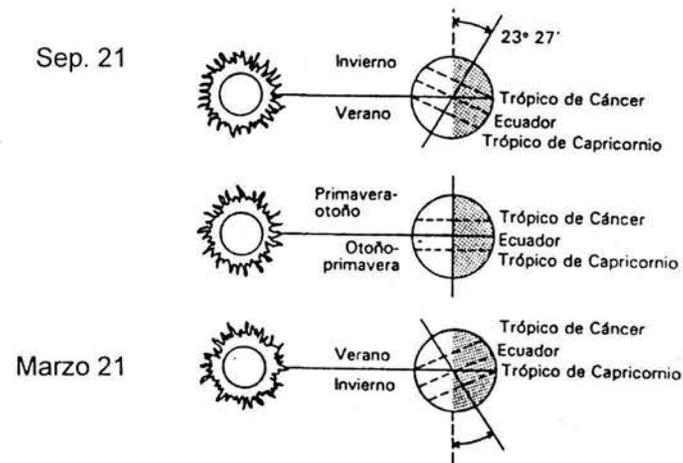


Fig. 7 Periodos de Incidencia Normal de los Rayos Solares en la tierra (Fuente: Mazria)

Para efectos de análisis, es conveniente considerar el movimiento del sol desde un punto de vista Ptoloméico, es decir, que se imagine a la tierra como fija, y que sea el sol el que gire describiendo trayectorias circulares en la bóveda celeste. de esta manera, la posición solar se puede determinar por medio de dos parámetros básicos que son:

A) Altitud solar (a): del latín altus "alto", se define como la elevación que tiene el sol sobre el horizonte ( en cualquier dirección y perpendicular a la tangente de la línea de horizonte).

B) Acimut solar (az): del árabe sumut "paralelo", es el ángulo que se mide a partir del sur, el acimut del sur será de cero grados.

Los factores que definen la posición del sol son:

A) Latitud del lugar: ubicación de un punto según los paralelos de un mapa topográfico o bibliografía similar.

B) Declinación solar: define la posición angular del sol sobre el plano del ecuador y al mediodía solar.

C) Ángulo horario: medida que nos permite expresar angularmente, la fecha del año para la cual deseamos el cálculo, pues mide el alejamiento del sol del ecuador. (Fig. 8)

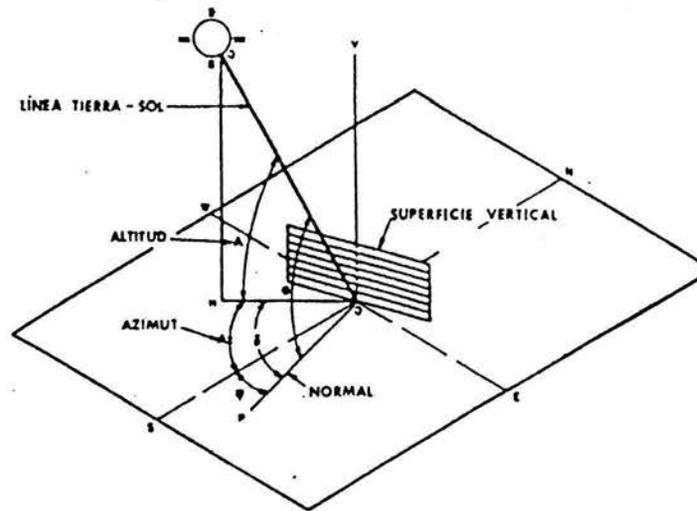


Fig. 8 Ángulo de incidencia con relación a otros ángulos (Fuente: Mazria)

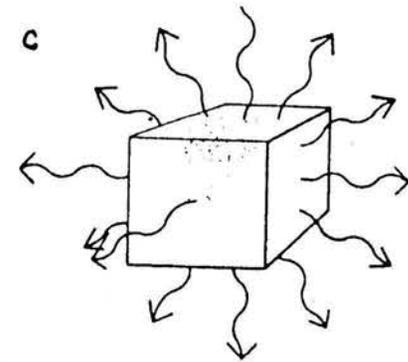
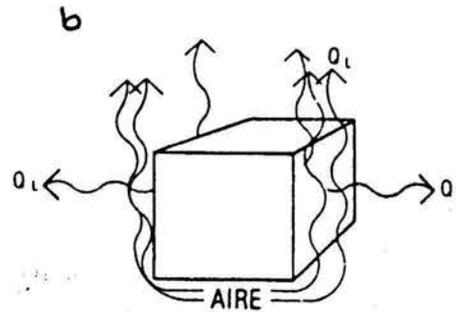
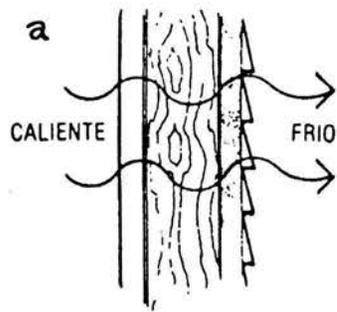
### 1.2.3 GENERALIDADES SOBRE EL CALOR

---

Cuando un material es calentado por la radiación solar, intenta encontrar su equilibrio con el entorno a través de tres procesos básicos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. (Fig. 9)

- A) Conducción: cuando un cuerpo absorbe la radiación solar, la energía absorbida se distribuirá por si misma dentro del material desplazándose por conducción de molécula a molécula, la dirección del flujo de calor siempre es del más caliente al más frío cuando las moléculas de la superficie del material se calientan con la radiación solar, transmiten su energía a las moléculas contiguas más frías, dispersando la energía térmica a través del material hasta alcanzar una uniformidad de temperaturas. La velocidad de propagación del flujo térmico en una sustancia, o sea su conductividad térmica, depende de la capacidad de sus moléculas y de sus electrones para recibir y transmitir calor.
- B) Convección: se define como: 1) la transferencia de calor entre una superficie y un fluido móvil o como el transporte de calor en un fluido por movimiento de sus moléculas de un punto a otro, en los procesos convectivos el calor se desplaza como siempre de las zonas más calientes a las más frías, cuando sólo el calor es responsable de este movimiento, el fenómeno se llama convección natural.
- C) Radiación: todos los materiales irradian energía continuamente, el flujo o cantidad de energía térmica que irradia un material depende de la temperatura de la superficie radiante, la emisión de energía térmica de una superficie depende no solo de la temperatura superficial, sino también de las cualidades de emisividad de la superficie, sin embargo, no todos los materiales absorben la radiación térmica, algunos la reflejan y/o transmiten, la capacidad de una superficie para reflejar la radiación térmica dependerá más de la densidad y textura de su superficie que de su color, en general, sólo las superficies muy pulidas o brillantes, como el papel aluminio,

reflejan gran proporción de la radiación térmica que interceptan, los proyectistas de aviones utilizan esta propiedad, acabando en metal pulido las bajas de las carlingas de los aviones que reflejen la energía térmica emitida por el asfalto caliente de las pistas y consiguiendo así que el interior se conserve fresco cuando están estacionados en la terminal, los materiales que transmiten la radiación solar visible no transmiten necesariamente la radiación infrarroja. El vidrio, que prácticamente deja pasar toda la radiación solar visible que sobre él incide, absorbe en cambio la mayor parte de la infrarroja de larga longitud de onda que intercepta, esta propiedad del vidrio es muy apropiada en los sistemas captadores de la energía solar.



Transmisión del calor por conducción (a)

Transmisión del calor por convección (b)

Transmisión del calor por radiación (c)

Fig. 9 Principios de la pérdida de Calor (Fuente: Apuntes de Heliodiseño)

Confort térmico: El confort térmico es muy importante para la salud del hombre y su eficiencia en el trabajo. Un edificio o barrio térmicamente bien diseñados, darán lugar a significativas economías en el consumo de combustibles para los equipos térmicos, hecho que en momentos de la grave crisis energética que padece el mundo debe constituir una preocupación esencial. La primera condición del confort es que el balance

térmico sea igual a cero. si esto no sucede el organismo se defiende poniendo automáticamente en acción a los mecanismos termorreguladores, intercambiando calor con el medio que lo rodea por conducción, convección y radiación y además su constitución biológica le permite perder calor por evaporación, proceso que constituye un poderoso medio para resolver su problema térmico en circunstancias excepcionales.

$$BT = G - T + CD + CV + R + E$$

$$QT = QR + QL$$

Si llamamos,

**BT** al balance térmico resultante de la contabilización de toda la energía generada y perdida por el organismo.

**G** a la energía generada por el cuerpo.

**T** al trabajo externo realizado, que supone la transferencia de la energía a otros sistemas.

**CD** a la energía perdida o ganada por conducción

**CV** a la energía perdida o ganada por convección

**R** a la energía perdida o ganada por radiación

**E** a la energía perdida por evaporación o ganada por condensación, caso este último que sólo se da excepcionalmente cuando el medio tiene una temperatura superior a la del individuo y una alta humedad relativa.

## 1.2.4 CLIMATIZACION NATURAL DE EDIFICIOS

---

La manera más eficaz de conservar la energía consiste en diseñar un edificio que explote de la mejor forma posible la energía natural: los rayos del sol, el viento y la luz diurna. Al aprovechamiento de los atributos beneficiosos del clima sin recurrir a sistemas mecánicos se le denomina "diseño solar pasivo".

Todo edificio actúa como intermediario entre las condiciones exteriores, que suelen estar en continuo cambio, y los requisitos de un ambiente interior relativamente estable. Para conseguir esto, un diseño bioclimático ha de tener en cuenta una serie de factores. En primer lugar un edificio ha de estar cuidadosamente equilibrado para poder reducir el excesivo calor solar en los meses más calurosos, pero ha de utilizar al máximo las radiaciones solares cuando hace frío. También debe permitir que entre mucha luz, pero evitar el deslumbramiento, así como que entre demasiado sol y que pierda mucho calor. Los arquitectos han de asegurarse de que haya una buena ventilación natural cuando se trate de un clima caluroso o húmedo, y que el edificio pueda quedar aislado pero bien ventilado cuando se caliente con sistemas artificiales de calefacción. Por último, las paredes, el suelo y las cubiertas del edificio deberán utilizarse para absorber y liberar calor en un ciclo diario (cuando haya suficiente diferencia entre las temperaturas diurnas y las nocturnas para poder hacerlo), además de estar suficientemente aisladas para poder lograr la mayor estabilidad térmica posible.

Nuestra ciudad y poblaciones adyacentes carecen de documentos de consulta que permitan a las empresas constructoras y a las personas en general conocer de antemano, con bases firmes y científicas, cómo lograr una mejor ubicación de conjuntos habitacionales y, en particular, de casas habitación. Hay que tener en cuenta la localización de vanos y volados, las edificaciones forman parte de la naturaleza misma por lo tanto, no sólo son esenciales los materiales de construcción, sus características ópticas y térmicas sino el conjunto de factores que imperan en la localidad desde el momento de proyectar la obra como son las condiciones climatológicas, las actividades de los usuarios y la maquinaria, equipos o utilería que ahí se encontrará, así como la aplicación de ciertos conocimientos con el objeto de lograr soluciones adecuadas para los

habitantes de dicha obra y de impedir que la arquitectura pierda el valor humano que la ha caracterizado, dentro de estas aplicaciones se encuentra la ventilación y calefacción natural. La ventilación cumple tres funciones diferentes:

- a) Renovar el aire en el interior de un espacio.
- b) Proveer bienestar térmico al incrementar la pérdida de calor del cuerpo por evaporación.
- c) Enfriar la estructura del edificio.

La calefacción natural en edificios podemos mencionar que si bien la orientación solar es un parámetro esencial, no es necesario extremar la precisión de este dato, en el proceso de captación participan un gran número de factores, tal es el tiempo atmosférico, cosa que se traduce en una variación admisible superior al 40% de un año a otro, la desviación relativa al sur verdadero o solar puede suponer una diferencia de 15 grados este y oeste, pero el tanto por ciento de insolación solo disminuye un 2% dejando que el 98% de la total incida, en el solsticio de invierno, sobre toda la superficie vertical encarada al sur, pero de cualquier forma, la orientación preferible es la perpendicular a los rayos del sol y el máximo rendimiento se logra con un colector orientable. Es importante mencionar que se deben tener en cuenta las oclusiones solares que se originen debidas a propiedades vecinas, sean de origen natural o procedentes de la mano del hombre, la proyección de sombras es una faceta relevante de la oclusión, disponiendo de medios muy sencillos se puede dibujar un mapa que venga a representar la línea de posición del sol y las sombras que afectarán al lugar reduciendo la incidencia solar.

I - TEORIA GENERAL

1.3 METODOLOGIA DE

DISEÑO

El objetivo de la metodología que se describe a continuación implica el cambio de actitudes en el proceso de diseño para lograr la consideración de los elementos ambientales, debe modificarse la simple idea de modificar la obra arquitectónica, se debe concebir como un proceso de integración del hombre con su ambiente, constituyendo el hábitat. Esta metodología consiste en obtener los mayores datos posibles de los sectores que influyen y afectan nuestro terreno.

Algunos de los protagonistas de la energía natural en el medio externo son:

- La energía solar.
- las trayectorias solares
- la energía eólica
- los procesos físicos de la transferencia de calor
- la consideración de los elementos y factores del clima para lo cual nos podemos basar en la clasificación mundialmente aceptada de Whilhelm Köppen, de la tabla y el mapa siguientes:
- la vegetación, etc.

CLAVE								
Por su grado de humedad Por su temperatura	Húmedos		Subhúmedos			Semisecos o semiáridos		Secos o áridos
			$W_2$	$W_1$	$W_0$	$BS_1$	$BS_0$	BW
Cálidos y muy cálidos $A, (h'), h' (h)$		Am	$Aw_2$	$Aw_1$	$Aw_0$	BS,hw		BWh'w
	Am	Amf	$Aw_2x$	$Aw_1x$		BS,hw'	$BS_0h'x'$	BWh'x'
							BSoh's	BWh's
Semicálidos $A(c), (A)C$		A(c)m	A(c)w	A(c)w <sub>1</sub>	A(c)w <sub>0</sub>	Bs,hw	BS <sub>0</sub> hw	BWhw
	(A)Cm	(A)Cmf	(A)C(W <sub>2</sub> )x	(A)C(W <sub>1</sub> )x'	(A)C(W <sub>0</sub> )x'	BS,hx'	BS <sub>0</sub> hx'	BWhx'
							BS <sub>0</sub> hx'	BWh's
Templados $Ca, Cb, k', x'$		Cm	C(W <sub>2</sub> )	C(W <sub>1</sub> )	C(W <sub>0</sub> )	BS,kw	BS <sub>0</sub> kw	BWkw
	Cm	Cmf	C(W <sub>2</sub> )x'	C(W <sub>1</sub> )x'	C(W <sub>0</sub> )x'	BS,kx'	BS <sub>0</sub> kx'	BWkx'
				Cs			BS <sub>0</sub> ks	BWks
Semifrio		Cmb	C(W <sub>2</sub> )b'	C(W <sub>1</sub> )b'	C(W <sub>0</sub> )b'	BS,kx	BS <sub>0</sub> k'w	BWk'w
	Cmb	Cmfb	C(W <sub>2</sub> )x'b'	C(W <sub>1</sub> )x'b'	C(W <sub>0</sub> )b'x'	BS,k'x'	BS <sub>0</sub> k'x'	BWk'x'
				Cs b'			BS <sub>0</sub> k's	BWk's

Fig. 10 Tipos de clima según Köppen

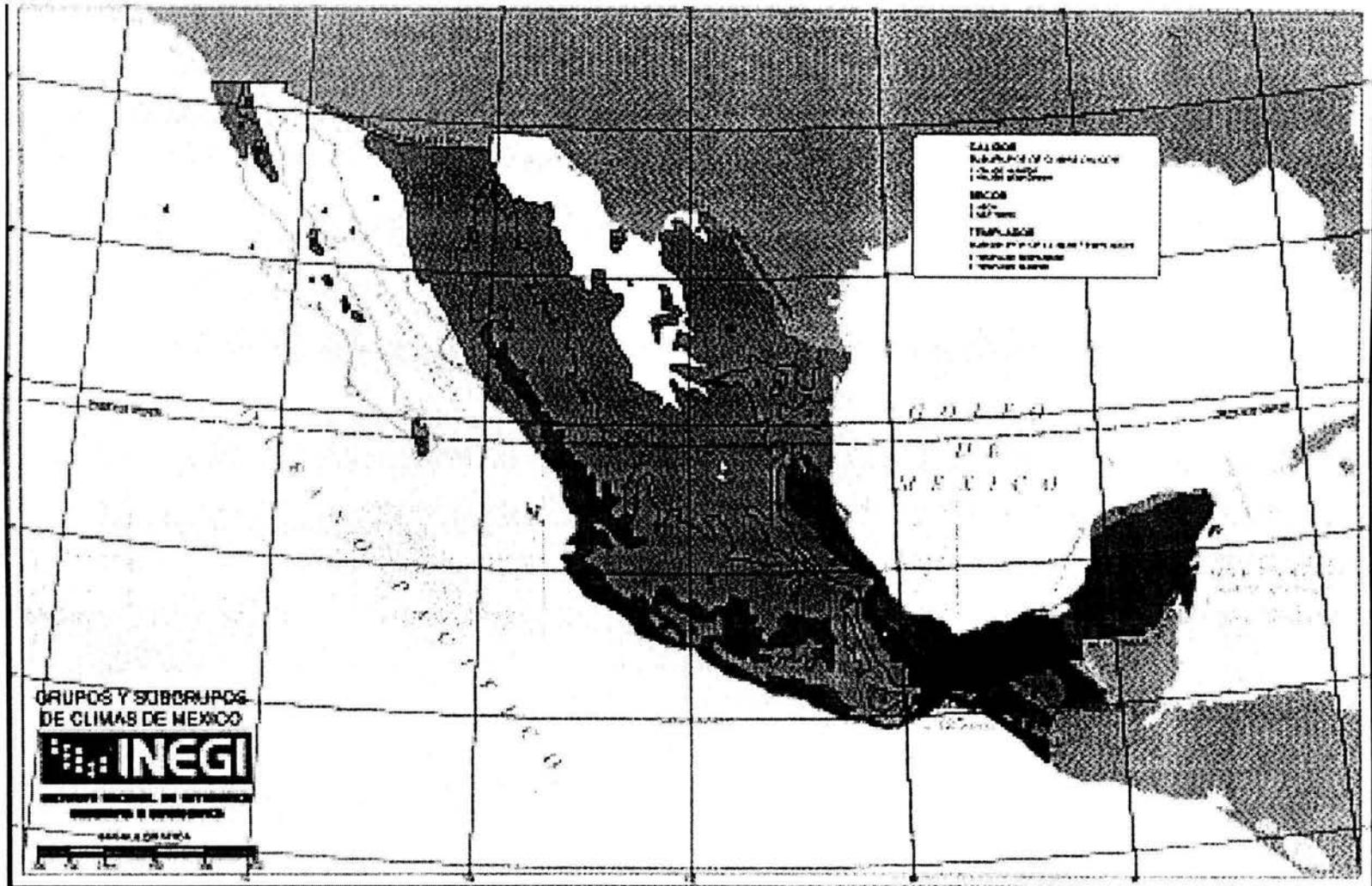


Fig. 11 Regiones climáticas de México

Fuente: Biblioteca.itam.mx/consulta/inegi.html

Después de analizar y obtener la mayor cantidad de datos posibles estos los podemos aprovechar en nuestro proyecto utilizando estos instrumentos o recursos para lograr el aprovechamiento de los elementos del medio son:

- Los materiales y procesos constructivos
- Los dispositivos de control solar
- Las orientaciones, la ubicación de espacios.
- Los volúmenes espaciales
- El volumen y superficie de los materiales y cuerpos
- El control de flujo del aire
- El agua
- Los dispositivos de captación, transformación y almacenamiento de energía natural, etc.

## 1.4 LAS GRAFICAS COMO AUXILIARES

Las graficas solares constituyen datos que nos permiten describir gráficamente, las posiciones y trayectorias aparentes del sol en la bóveda celeste sobre un plano, y se aplican a las proyecciones utilizadas por el arquitecto en sus diseños, brindando un alto grado de precisión, del los movimientos solares y asoleo que nos ayudan a proyectar utilizando estos datos, existen dos tipos de gráficos solares: los geométricos y los no geométricos. Los geométricos son aquellos en que las trayectorias aparentes del sol se trazan mediante proyecciones bien determinadas de la esfera celeste, y son dos:

a) Proyección cónica, que se divide en:

- 1.- Sistema de coordenadas rectangulares (gráfica solar cilíndrica) (Fig. 12)
- 2.- Sistema de Estereográfico (gráfica polar) (Fig. 13)
- 3.- Sistema Gnomónico.

b) Proyección cilíndrica o sistema ortográfico

Las ecuaciones que utilizaremos para la obtención de la gráfica solar cilíndrica y la polar (los cuales nosotros utilizaremos por ser las mas claras y sencillas) serán las mismas tomadas de (Ashrae, 1985) y que se presentan a continuación:

$$\text{Sen } A = \cos L * \cos D * \cos AH + \text{sen } D$$

$$\text{Sen } AZ = \cos D * \text{sen } AH / \cos A$$

Donde:

A = Altitud solar sobre la horizontal.

L = Latitud geográfica del lugar.

D = Declinación solar

AH = Angulo horario (número de minutos contados a partir de las 12 a.m. \* 0.25)

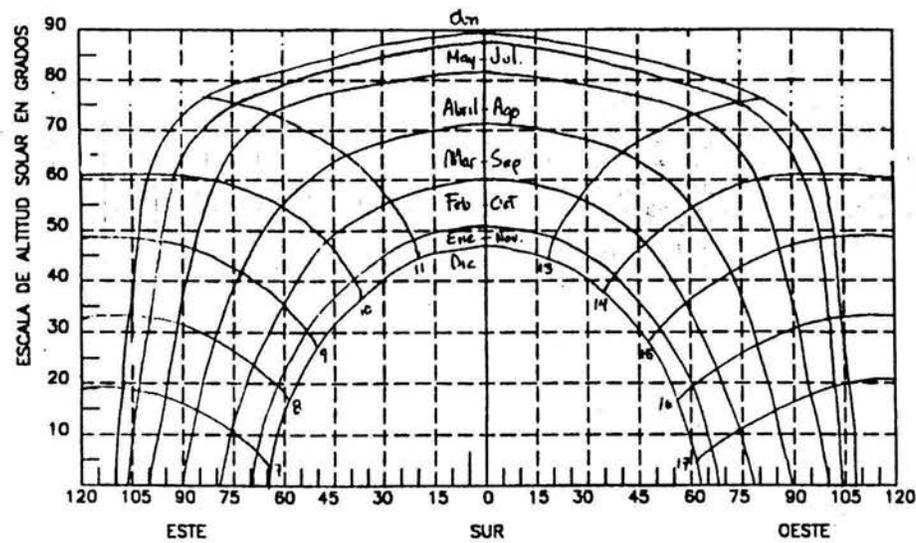


Fig. 13 Gráfica Solar de Coordenadas Rectangulares Latitud 18°54' ( Fuente: Mazria)

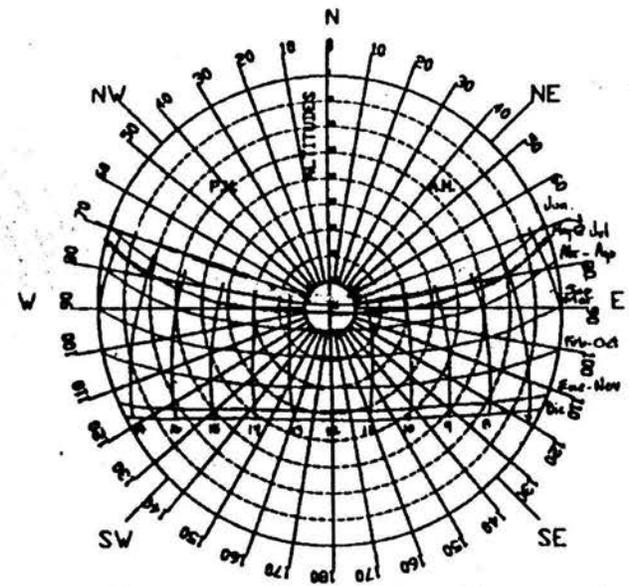


Fig. 12 Gráfica Solar Polar Equidistante (Fuente Mazria)

## 1.5 PRUEBAS CON

# MODELOS

Una de las estrategias más exitosas para el análisis solar de una edificación es precisamente la prueba de un modelo a escala del proyecto, este es un sistema ampliamente utilizado en estudios de ventilación, movimientos de aire, iluminación natural, etc. en este caso el método se aplicará para determinar las condiciones de soleamiento de un determinado elemento arquitectónico, el simular las condiciones en que incide la radiación solar sobre nuestra edificación nos permitirá visualizar con mayor claridad su comportamiento particularmente desde el punto de vista de intercambio de calor y de iluminación natural.

La reproducción de los movimientos solares sería un trabajo penoso si fuera necesario calcular las coordenadas polares del sol en cada instancia, afortunadamente existe un método más sencillo: el uso del heliodón horizontal donde se puede usar el sol o una fuente luminosa para la simulación de soleamiento durante todo el año. (reloj solar con maqueta integrada). (Fig. 14)

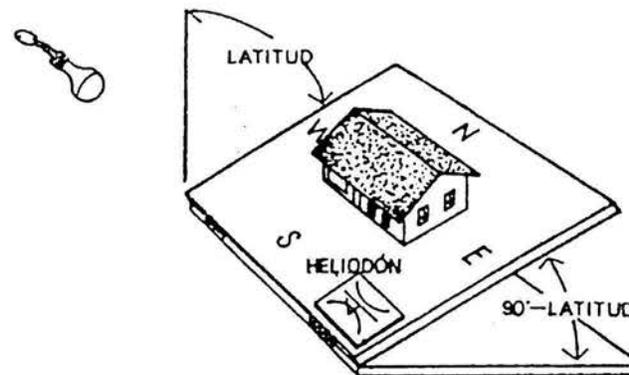


Fig. 14 Estudio de Sombras con el Heliodón (Fuente: tesis Prof. Raúl Reyes)

**II - PROYECTO CASAS DUPLEX****2.1****PROYECTO**

En Oaxtepec, Morelos se plantea el proyecto de 2 casas comúnmente llamadas "dúplex", con alberca, para su desarrollo se estudian y analizan los aspectos climáticos para aprovechar su uso lógico en la aplicación de técnicas de heliodiseño, lo cual nos debe conducir a un proyecto amable con la naturaleza, la cual se utiliza al máximo para proporcionar un óptimo ambiente para sus usuarios con un considerable ahorro de energía.

En la aplicación de técnicas de heliodiseño, el sol y los elementos climáticos naturales son nuestros principales factores a considerar, por lo cual además de proporcionar, antecedentes históricos un estudio de la zona y clima, se realizan tablas de posición solar durante el año así como gráficas de este para posteriormente llegar a conclusiones y técnicas de diseño que nos ayuden a realizar nuestros propósitos.

**2.1.1 DESCRIPCION**

Dentro del fraccionamiento "Real de Oaxtepec", ubicado en Oaxtepec Morelos, en el municipio de Yautepec, (Fig. 13) se plantea el proyecto y la construcción de 2 casas dúplex con alberca, las cuales al ser de tipo comercial contarán con las siguientes características y programa cada una.

## **2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL INMUEBLE**

Aun estando dentro del mismo terreno las casas deberán de conservar cierta independencia, y así mismo deberán de ser funcionales aprovechando las condiciones del terreno y la climatología del lugar usando técnicas de heliodiseño para tener un ahorro considerable de energía

### **Listado de necesidades**

2 recamaras

sala comedor

estudio salón

cocina

2 baños

zona de lavado

cuarto de servicio con baño

bodega

2 estacionamientos

alberca

jardín

## II - PROYECTO CASAS DUPLEX

### 2.2 EL TERRENO, CARACTERÍSTICAS Y Y ANALISIS

El terreno localizado en el fraccionamiento en una zona de uso habitacional es plano con un total de 600m<sup>2</sup> teniendo 20m de ancho por 30 de largo, (Fig. 16 y 16.1) dentro del fraccionamiento se cuenta con todos los servicios como son agua, drenaje, electricidad, luz, teléfono, etc.

Dentro del terreno no se encuentra ningún árbol o planta de importancia, en los alrededores no existen demasiadas construcciones ni gran desarrollo, sin embargo en la colindancia al este del terreno tenemos una casa habitación de una planta, al sur contamos con una vía de acceso que nos permite la entrada principal al terreno, hacia el oeste tenemos un terreno baldío, al igual que al norte, algunas construcciones de importancia son un frontón que se ve al noroeste del terreno así como una casa inconclusa de dos plantas la vegetación de los alrededores no es muy alta por lo cual nos permite ver algunas otras casas a lo lejos, no hay ninguna vista a la cual se le deba dar demasiada importancia.

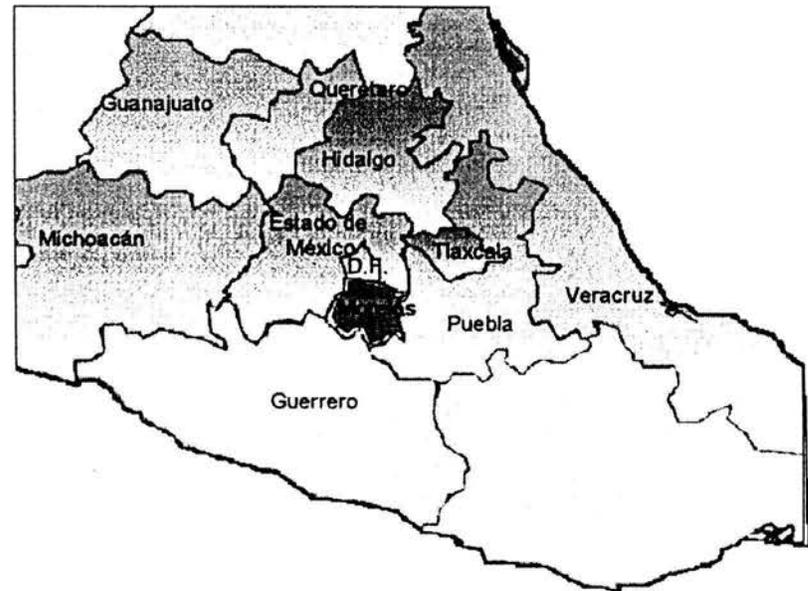




Fig. 15 Plano y ubicación del Estado de Morelos

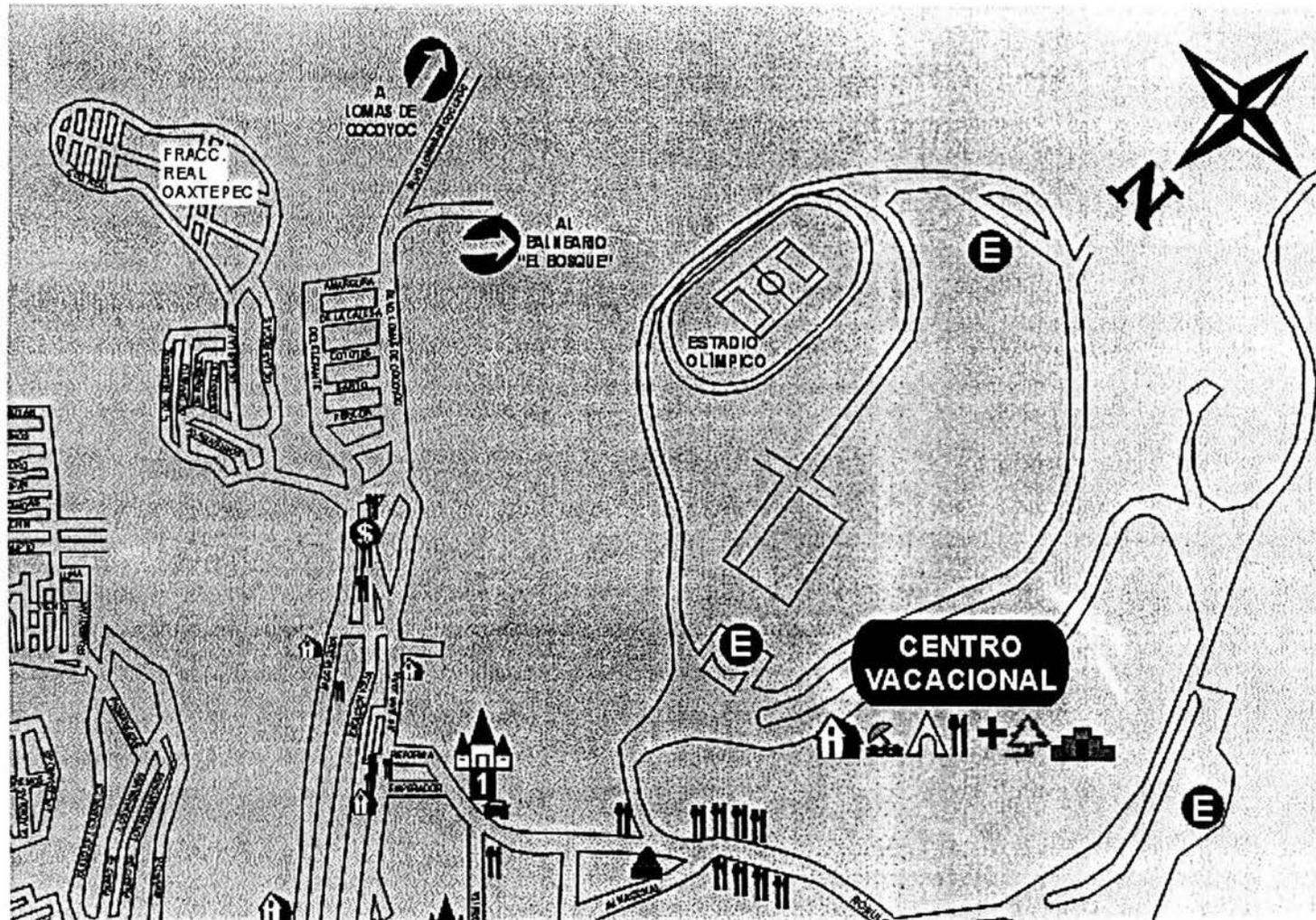


Fig. 16, Plano de ubicación del Fraccionamiento "Real de Oaxtepec"

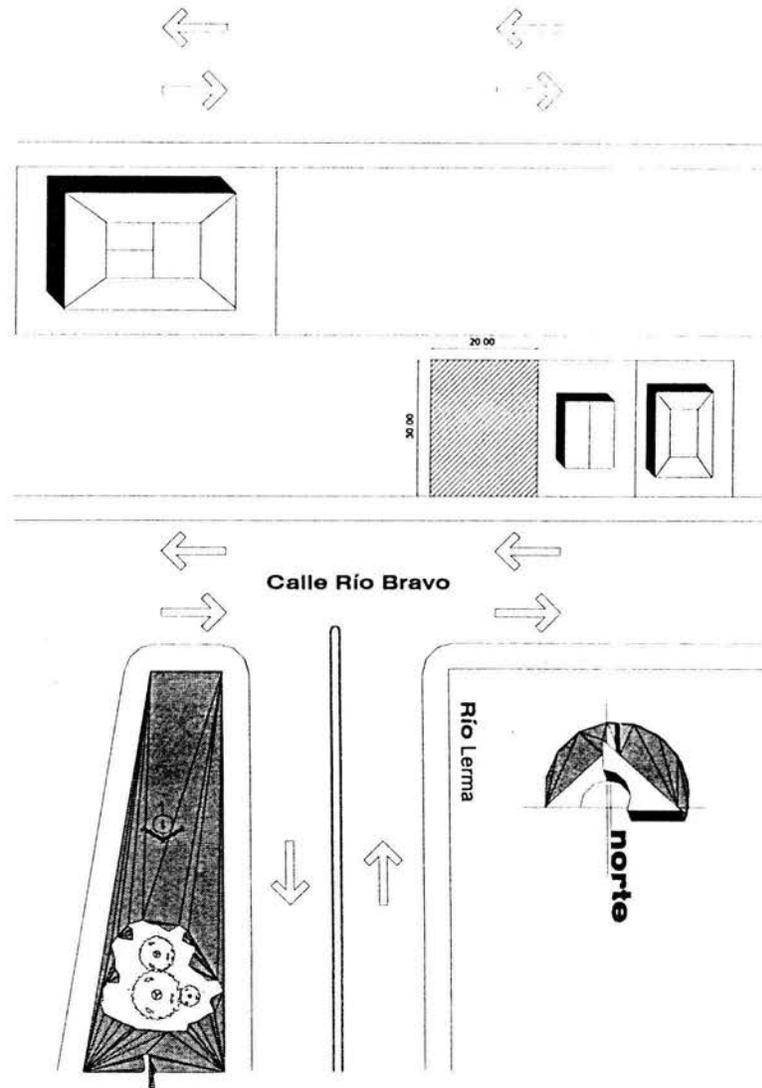
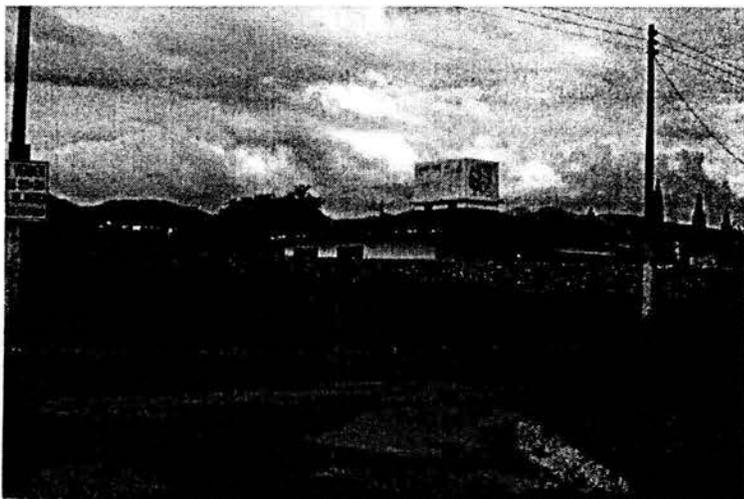


Fig. 16. 1 Localización y medidas del Terreno



**1.- Vialidad de Llegada**



**2. Vista Posterior**



### **3. Construcción colindancia Este**



### **4.- Construcción Zona Noroeste**

II - PROYECTO CASAS DUPLEX

## 2.3 GENERALIDADES DE

# LA ZONA

### 2.3.1 LOCALIZACION (FIG. 13)

El estado de Morelos se localiza en la parte central del país, en la vertiente sur de la serranía del Ajusco y dentro de la cuenca del Río Balsas, esta situado geográficamente entre los paralelos 18 22'5" y 19 07'10" de latitud norte y 96 37'08" y 99 30'08" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Variadas son las alturas en el estado, desde 3,000 metros sobre el nivel del mar, en los límites con el Distrito Federal, hasta los 850 metros en la parte de la región de Huaxtla, colinda al norte con el Distrito Federal y el estado de México; al sur con Guerrero; al este con Puebla; y el oeste con el estado de México y Guerrero, la superficie del estado es de 4,958 km.2, cifra que representa el 0.25 por ciento del total nacional, ocupando el 30º lugar en relación con los demás estados, dentro de Morelos se encuentra el municipio de Yautepec, situado en la parte central del estado y se ubica geográficamente entre los paralelos 18 53' de latitud norte y lo 99 04 de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,219 metros sobre el nivel del mar, tiene una superficie de 202.936 km.2, cifra que representa el 4.09 por ciento del total del estado, limita al norte con Atlatlahucan, Tepoztlan y Tlayacapan; al sur con Ayala y Tlaltizapan; al este con Cuautla; y al oeste con Emiliano Zapata y Jiutepec.

Políticamente esta dividido en 63 localidades, siendo las mas importantes: la cabecera municipal, Moyotepec, Cocoyoc, Xaloxtoc, el Caracol, Juárez, los Arcos, Coacalco, villa Oaxtepec, Ignacio y Oaxtepec.

Cronología del municipio.

Los hallazgos históricos encontrados en el cerro de Atlihuayan hacen suponer que esta zona fue habitada originalmente por los Olmecas.

Dentro de las diferentes comunidades que conforman el municipio, cabe destacar la importancia histórica precolombina de Itzamtitalan, ya que en ese lugar fueron localizados importantes monumentos arqueológicos como las nueve pirámides, juego de pelota y piedras talladas, representativos de la cultura Tlahuica. En 1389, los habitantes de Yautepec junto con los de Tetlama y Jiutepec atacaron a los Tlahuicas, cuando subió al trono Moctezuma, salió a conquistar Yautepec, sometiéndolo al señor de México, a la llegada de los españoles, gobernaba Tizapapalotzin, que no ofreció resistencia a los conquistadores.

Oaxtepec constituyó en la época de Moctezuma, un jardín de descanso para las familias más importantes de la región, durante la colonia, la industria azucarera adquirió gran impulso, las plantaciones de caña se extendieron, se fundaron ingenios y trapiches, Cocoyoc es de relevancia, al considerarse las construcciones de la hacienda que lleva el mismo nombre del pueblo, fue edificada en 1660 y por decreto del conde de Monterrey se instaló el trapiche para moler caña en 1613, posteriormente se convierte en uno de los ingenios más grandes de la región, que llego a tener su apogeo durante el siglo XVIII.

Otra de las haciendas que llegaría a tener gran importancia también, fue la de Atlihuayán, propiedad de la familia Escandón, quienes habían pertenecido a la corte imperial de Maximilano, en 1869 al ser Morelos como estado de la Federación, Yautepec fue nombrado capital del estado para que el 16 de noviembre del mismo año fuera trasladada a Cuernavaca.

Durante la revolución, la figura más destacada de este municipio fue Amador Salazar, joven vaquero y peón de hacienda, que había ayudado a los aldeanos en su disputa contra los Escandón.

Monumentos arquitectónicos: hospital de San Hipólito, (primer hospital de América) construido por los frailes Hipolitanos en 1536, siendo su benefactor Bernardino Alvarez; ex convento de Nuestra Señora de la Asunción, fundado por Fray Lorenzo de la Asunción entre los años de 1554 a 1567, cuenta con una capilla abierta; las haciendas de San Carlos, Atlihuayana, Cocoyoc, Coacalco, Apanquetzalco y Sebastopol; y las capillas de San Juan Bautista, Santiago, Guadalupe, santa Catarina y Santa Inés. Las zonas arqueológicas de Itzamatitlan, Yautepec y Oaxtepec.

**3.1****HIDROGRAFIA**

Se cuenta con el río de Yautepec que nace en los manantiales de Oaxtepec y recibe derrames de algunas corrientes tales como la de Tlayacapan y la de Totolapan, cruza la cabecera municipal y se une con el río Tepoztlán, pasa por las haciendas de Atlihuayan y Xochiamancas, al entrar al municipio de Tlaltizapan cambia de nombre por el de Higuierón.

Entre los arroyos de caudal permanente más importantes están el Atongo, el de la Barranca del Esconde, el Huasosoyucan y la Villa, al sur del municipio, también existen caudales intermitentes como el Ignacio Bastida, el Itzamatitlan y la Barranca del Bosque, de agua frías potables, además del manantial de agua sulfurosas de Oaxtepec.

Existen tres bordos y 34 pozos para extracción de agua.

**3.2 OROGRAFIA**

Al oriente del municipio esta la Coordillera del Cerro de las Tetillas que alcanza 1,634 m de altura, igualmente se encuentra el Cerro del Pericón con 1,500 m.; al sur se localiza el Cerro de Montenegro de 1,600m, al poniente el Cerro de la Iglesia Vieja con 1,200 m. Y el cerro de Calderón que separan los valles de Amilpa y de Yautepec. Las zonas accidentadas cubren el 14 por ciento del territorio al poniente y al sur; Las zonas semiplanas con el 25 por ciento al Norte, Poniente y parte del Sur, y las zonas planas en el centro con el 60 por ciento.

### **3.3 CLASIFICACION Y USO DE SUELO**

El municipio cuenta con una superficie aproximada de 202.93 km.2, de los cuales en forma general se utilizan: 9,006 hectáreas para uso agrícola y 5,816 hectáreas para uso pecuario.

En cuanto a la tenencia de la tierra, se puede dividir en 10,555 hectáreas propiedad ejidal, 2,265 hectáreas de propiedad comunal y 3,068 hectáreas propiedad privada.

### **3.4 FLORA Y FAUNA**

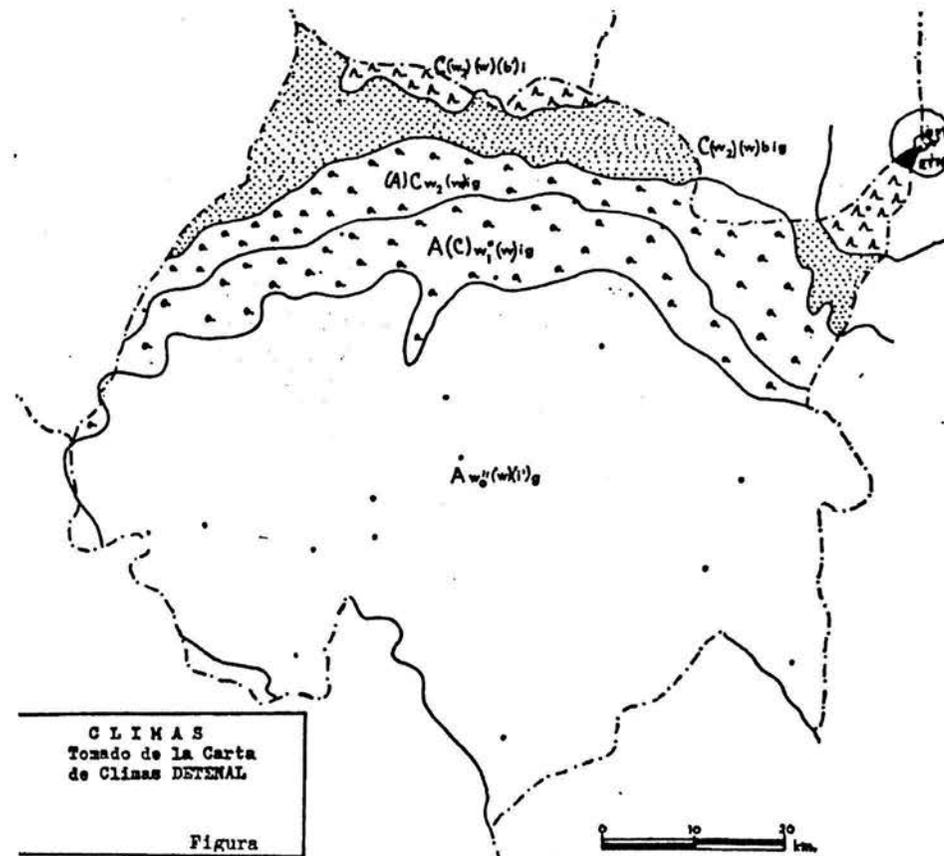
La flora esta constituida principalmente por: Selva baja Caducifolia, de clima cálido; Jacaranda, Tabachín, Casahuate, ceiba y Bugambilia.

La fauna la constituyen: venado cola blanca, jabalí de collar, mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montes, comadreja, cocamixtle, tlacuache y murciélago, pájaro bandera, chachalaca, urraca copetona, zopilote, aura, cuervos, lechuza y aves canoras y de ornato.

### 3.5 CLIMA

El tipo de clima de Oaxtepec Morelos es tropical lluvioso, con lluvias en verano, pues la temperatura media anual es mayor de 20 grados y el promedio de las lluvias es superior a 800 mm. (Aw) (Fig. 19.1 y 19.2) esto se demuestra por los datos de temperatura y lluvia que obran en el Servicio Meteorológico Mexicano, dependiente de la Secretaria de Agricultura y Ganadería.

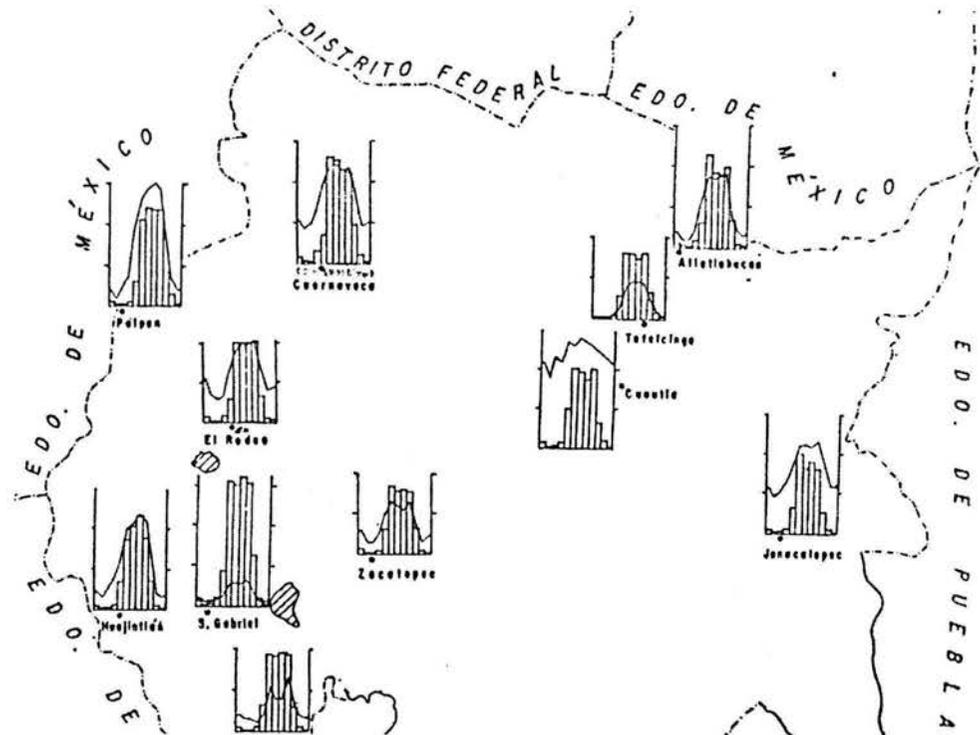
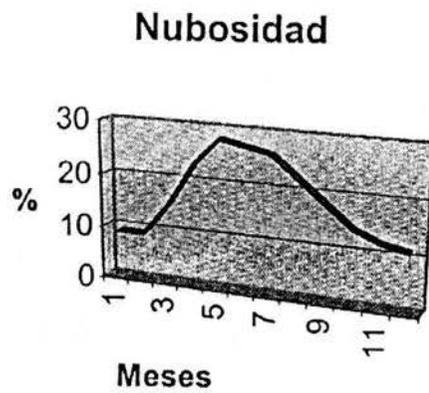
El análisis de los datos meteorológicos que se ofrecen en los cuadros anexos demuestran que la temperatura en el municipio es constante, sufriendo oscilaciones térmicas principalmente entre el día y la noche. Además, según los mismos datos, los vientos predominantes en la región son los del norte, que corresponden a las masas de aire provenientes del valle de México, que logran pasar entre la sierra del Ajusco y el Popocateptl, por otra parte, los días nublados, como la precipitación se concentra principalmente de mayo a octubre, presentándose la lluvia especialmente en forma de aguaceros, en los que solo ocasionalmente se produce granizo. (Fig. 19) Su régimen térmico es tropical (ver pag.) porque la temperatura media de todos los meses es superior a 18° Fig. 18.2 Climas en el Estado de Morelos





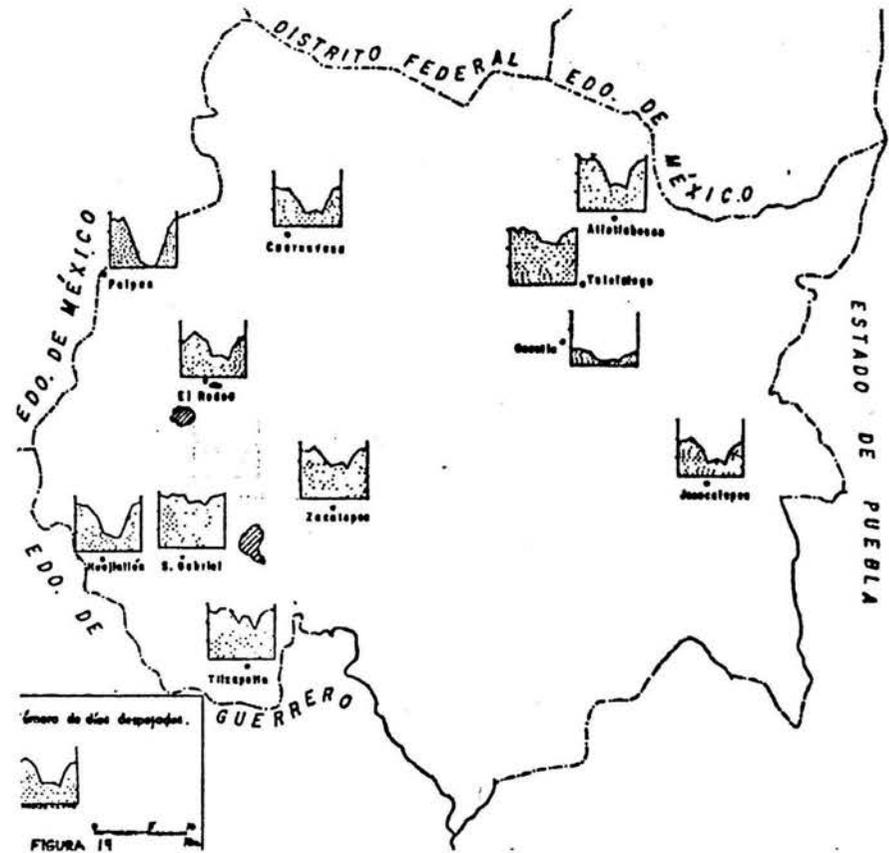


### 3.8 NUBOSIDAD



### 3.9 DIAS DESPEJADOS

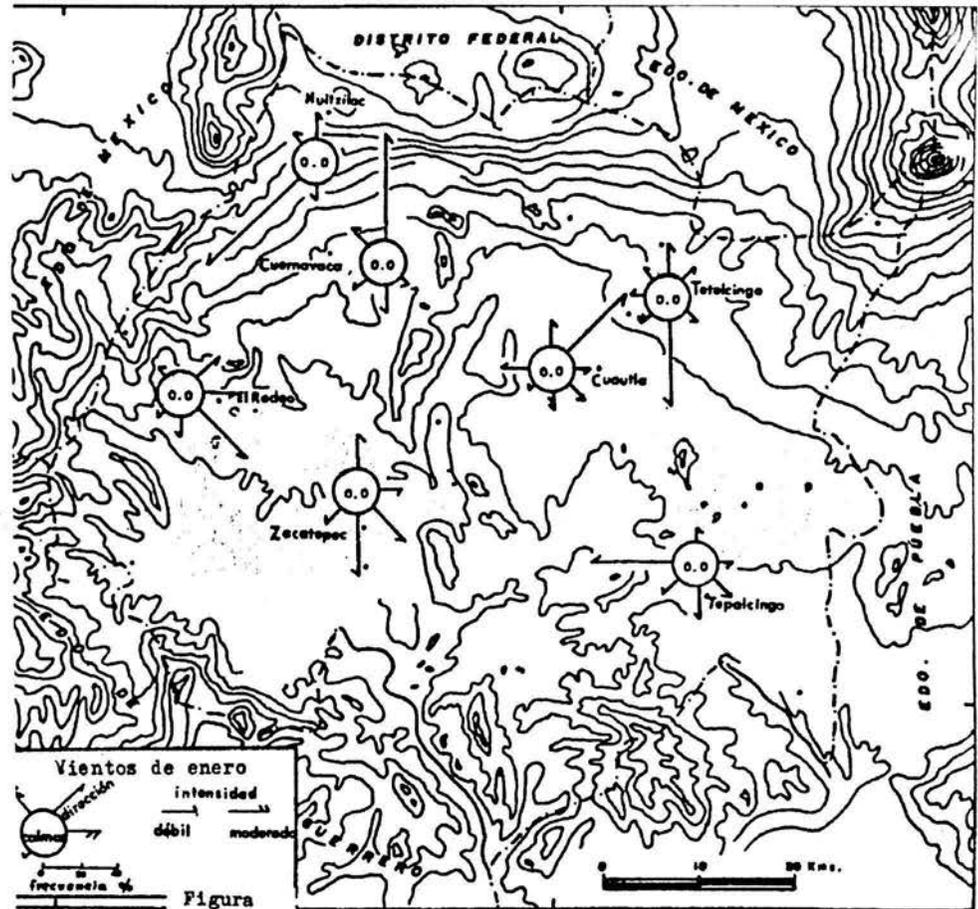
Días despejados													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1985	27	22	23	30	15	29	16	13	11	31	12	26	255
1986	26	23	20	12	21				25	23	27		177
1987	23	20	27	31	30	30	24	28	29	30	30	31	333
1988	31	28	22	29	10	13	14	6	10	2	7	3	175
1989	10	3	9	1	3	5	5	7	2	0	1	13	59
1990	7	8	2		0	6	13	4	0	10	0	0	50
1991	1	0	0	0	2	0	5	0	1	19	1	5	34
1992	13	0	6	0	2	0	1	0	0	0	6	23	51
1993	1	3	0	0	8	1	4	0	2	2	0	4	25
1994	1	1	1	1	1	1	0	2	2	0	1	1	12
1995	11	22	11	1	1	0	0	0	1	19	9	16	91
1996	26	18	13	1	3	1	0	0	3	0	20		83
1997	36	17	25	14	3	2	0	19	3	0	5	13	137
1998	18	22	30	30	1	1	0	2	1	2	9	27	143
1999	22	22	24	16	1	3	0	0	2	0			90



### 3.9 VIENTOS

Vientos Dominantes

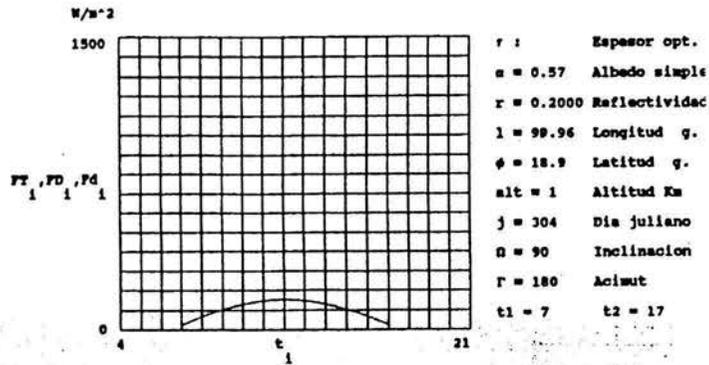
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1985	SO1	SO1	SO1	NE1	N1	N1	NE1	S1	N1	C	N1	26	N1
1986	C		N1		N2								
1987		N-SE										C	
1988	C							SO					
1989	SO2	SO4	SO2	N2	N3		N2	SO2	SO2	SO2	SO2	O2	SO2
1990	N2	N2	N2	N2	N2	N3	N2	N2	S2	N2	N2		N2
1991	N2	N2	N2	N2	N2	O2	O2	O2	O2	O2	N2	N2	O2
1992	N2	N2	N2	N2	SO2	NE2	N2	N2	O2	O2	O2	N1	N2
1993	S2	N2	N2	N2	N2	N2	O2	N2	SO2	SO2	S2	N2	N2
1994	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
1995	N2	N2	N2	N2	N2	S2	O2	N2	N2	N2	N2	O2	N2
1996	N2	N2	N2	N2	E3	O2	O2	O2	O2	N2	INC	N2	N2
1997	N2	N2	N2	N1	N2	S2	O2	O2	O2	O2	N2	N2	N2
1998	N2	W2	N2	N2	O2	O2	O1	O2	O2	O2	O2	O2	O2
1999	O2	O2	O2	O2	O2	SO2	O2	O2	O2	O2			O2



## 3.10 RADIACION SOLAR

### RESULTADOS

#### EJEMPLOS



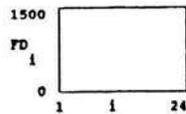
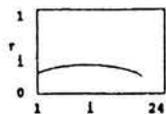
Tiempo solar verdadero

$$n = 20 \quad T_m := \frac{n}{2}$$

$$T_m = 10$$

$$fts = 1.015093$$

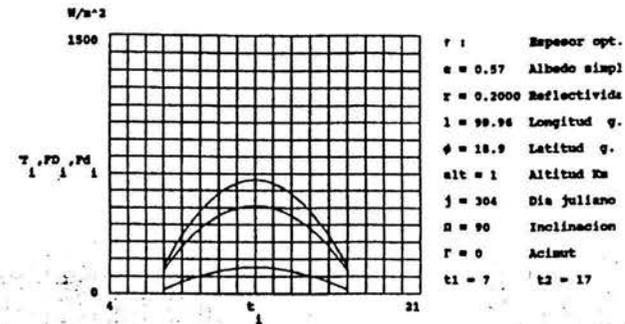
$$\frac{d}{k} = -14.755945$$



### GRAFICAS DE RADIACION EN OAXTEPEC, MOR.

### RESULTADOS

#### EJEMPLOS



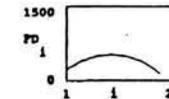
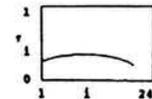
Tiempo solar verdadero

$$n = 20 \quad T_m := \frac{n}{2}$$

$$T_m = 10$$

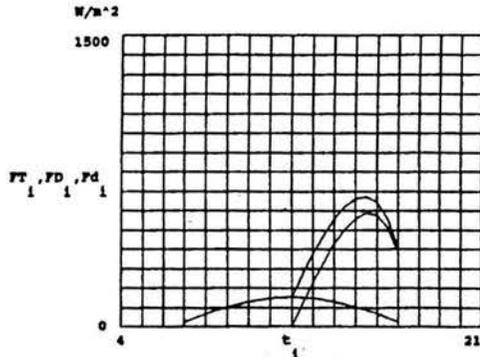
$$fts = 1.015093$$

$$\frac{d}{k} = -14.755945$$



RESULTADOS  
\*\*\*\*\*

EJEMPLOS



r :      Espesor opt.  
 α = 0.57   Albedo simple  
 r = 0.2000   Reflectividad  
 l = 98.96   Longitud g.  
 φ = 18.9    Latitud g.  
 alt = 1     Altitud Km  
 j = 304     Día juliano  
 n = 90     Inclinacion  
 Γ = 90     Acimut  
 t1 = 7      t2 = 17

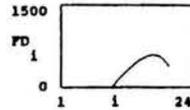
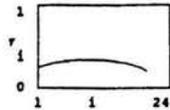
Tiempo solar verdadero

n = 20       $T_m = \frac{n}{2}$

$T_m = 10$

$f_{ts} = 1.015093$

$\frac{f}{k} = -14.755945$



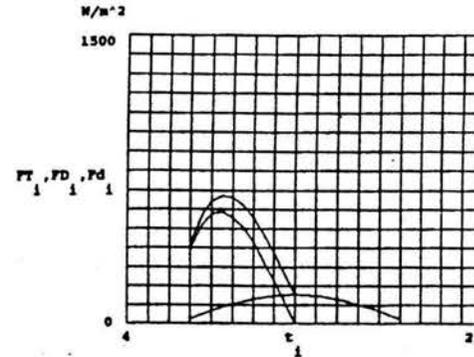
$FT = 152.732193$   
 $T_m$

$FD = 7.842118 \cdot 10^{-14}$   
 $T_m$

$Fd = 152.732193$   
 $T_m$

RESULTADOS  
\*\*\*\*\*

EJEMPLOS



r :      Espesor opt.  
 α = 0.57   Albedo simple  
 r = 0.2000   Reflectividad  
 l = 98.96   Longitud g.  
 φ = 18.9    Latitud g.  
 alt = 1     Altitud Km  
 j = 304     Día juliano  
 n = 90     Inclinacion  
 Γ = 270     Acimut  
 t1 = 7      t2 = 17

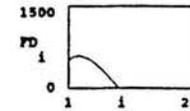
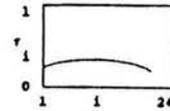
Tiempo solar verdadero

n = 20       $T_m = \frac{n}{2}$

$T_m = 10$

$f_{ts} = 1.015093$

$\frac{f}{k} = -14.755945$



$FT = 152.732193$   
 $T_m$

$FD = 0$   
 $T_m$

$Fd = 152.732193$   
 $T_m$

#### Conclusiones del clima:

El promedio de temperatura media anual es de 21.7 °C, estando ubicado nuestro rango de confort entre 22°C y 29°C podríamos decir hablando en términos generales que estamos debajo de esto y tendríamos que subir la temperatura de nuestra casa habitación. Sin embargo hablando en términos particulares, debido a las diferencias de clima entre un mes y otro, tenemos que realizar ambas, subir la temperatura por medios de captación solar y reducirla por medios de protecciones que conserven un nivel bajo, esto según los meses. Para los meses de Octubre a Febrero necesitamos captar la energía Solar, ya que en estos meses nuestro nivel medio de temperatura queda abajo del rango de confort y asimismo se registran temperaturas mínimas medias de 9.5°C, en los otros meses nuestra temperatura media queda dentro de este rango, sin embargo las temperatura máxima media es de 33°C, por lo que tenemos que utilizar estrategias de diseño que nos ayuden a contrarrestar estas temperaturas y conservar fresca la vivienda en estos días, sobre todo en los meses de Abril, Mayo y Junio, los meses de Marzo, Julio y Agosto son los que se ubican en el rango de confort.

En cuanto a la precipitación pluvial, las gráficas nos muestran que esta se da mayormente en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre entre un rango de 80 y 280mm, por lo que se optará por utilizar techos inclinados en las casas para protección y evacuación de estas aguas pluviales, y para la humedad que de esto se deriva se optara por materiales impermeables al agua o aplicación de protección a los mismos. La nubosidad observa un promedio del 17% durante todo el año, en donde la mayor nubosidad se da en Mayo y Julio, lo cual nos ayuda a bajar las altas temperaturas de esta época.

Los vientos que soplan con mayor intensidad y frecuencia son los que provienen del Norte, por lo que se utilizaran para refrescar la vivienda con sistemas diseñados adecuadamente para esto, y que funcionen en los meses de Mayo a Julio principalmente ya que es cuando las

temperaturas pueden rebasar el rango de confort, en cuanto a la radiación, de Noviembre a Diciembre es cuando tenemos un mayor de días despejados, esto lo debemos aprovechar en nuestro diseño para captar la energía solar y subir la temperatura de estos meses dentro de la vivienda que son los que quedan bajo el rango de confort, así mismo, tenemos una mayor captación solar principalmente en el sur, seguido del este y oeste y finalmente en el norte se ubica la menor captación solar, lo que se observa en las gráficas de radiación y es importante considerar en el diseño.

III - MEDIO FISICO

3.11 RELACIONES SOLARES

GEOMETRICAS

OBTENER LA POSICION SOLAR LOS DIAS 21 DE CADA MES

ALTITUDES

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE												
DIAS ACUM.	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355												
DECLIN.	-20.00	-0.35	-10.80	-0.19	0.00	0.00	10.80	0.19	20.00	0.35	23.43	0.41	20.00	0.35	10.80	0.19	0.00	0.00	-10.80	-0.19	-20.00	-0.35	-23.43	-0.41

ANGULO ANGULO

HORAS	HORARIO	HORARIO	SENA	ALTITUD																						
	GRADOS	RADIANES	GRADOS	GRADOS																						
6	90	1.57	-0.12	-6.74	-0.06	-3.68	0.00	0.00	0.06	3.68	0.12	6.73	0.14	7.84	0.12	6.73	0.06	3.68	0.00	0.00	-0.06	-3.68	-0.12	-6.74	-0.14	-7.84
7	75	1.31	0.11	6.38	0.17	10.05	0.24	14.07	0.30	17.64	0.35	20.23	0.36	21.06	0.35	20.23	0.30	17.64	0.24	14.07	0.17	10.05	0.11	6.38	0.09	4.98
8	60	1.05	0.32	18.91	0.40	23.40	0.47	28.01	0.53	31.71	0.56	33.96	0.57	34.56	0.56	33.96	0.53	31.71	0.47	28.01	0.40	23.40	0.32	18.91	0.29	17.13
9	45	0.79	0.51	30.46	0.59	36.03	0.66	41.62	0.72	45.78	0.74	47.86	0.75	48.23	0.74	47.86	0.72	45.78	0.66	41.62	0.59	36.03	0.51	30.46	0.47	28.24
10	30	0.52	0.65	40.33	0.73	47.30	0.81	54.44	0.86	59.70	0.88	61.85	0.88	61.98	0.88	61.85	0.86	59.70	0.81	54.44	0.73	47.30	0.65	40.33	0.61	37.60
11	15	0.26	0.74	47.34	0.83	55.80	0.91	65.14	0.96	72.85	0.97	75.91	0.97	75.67	0.97	75.91	0.96	72.85	0.91	65.14	0.83	55.80	0.74	47.34	0.70	44.12
12	0	0.00	0.77	49.95	0.86	59.15	0.94	69.95	0.99	80.75	1.00	89.95	1.00	86.62	1.00	89.95	0.99	80.75	0.94	69.95	0.86	59.15	0.77	49.95	0.73	46.52
13	-15	-0.26	0.74	47.34	0.83	55.80	0.91	65.14	0.96	72.85	0.97	75.91	0.97	75.67	0.97	75.91	0.96	72.85	0.91	65.14	0.83	55.80	0.74	47.34	0.70	44.12
14	-30	-0.52	0.65	40.33	0.73	47.30	0.81	54.44	0.86	59.70	0.88	61.85	0.88	61.98	0.88	61.85	0.86	59.70	0.81	54.44	0.73	47.30	0.65	40.33	0.61	37.60
15	-45	-0.79	0.51	30.46	0.59	36.03	0.66	41.62	0.72	45.78	0.74	47.86	0.75	48.23	0.74	47.86	0.72	45.78	0.66	41.62	0.59	36.03	0.51	30.46	0.47	28.24
16	-60	-1.05	0.32	18.91	0.40	23.40	0.47	28.01	0.53	31.71	0.56	33.96	0.57	34.56	0.56	33.96	0.53	31.71	0.47	28.01	0.40	23.40	0.32	18.91	0.29	17.13
17	-75	-1.31	0.11	6.38	0.17	10.05	0.24	14.07	0.30	17.64	0.35	20.23	0.36	21.06	0.35	20.23	0.30	17.64	0.24	14.07	0.17	10.05	0.11	6.38	0.09	4.98
18	-90	-1.57	-0.12	-6.74	-0.06	-3.68	0.00	0.00	0.06	3.68	0.12	6.73	0.14	7.84	0.12	6.73	0.06	3.68	0.00	0.00	-0.06	-3.68	-0.12	-6.74	-0.14	-7.84

LATITUD GRADOS 20  
 RADIANTES 0.35

OBTENER LA POSICION SOLAR LOS DIAS 21 DE CADA MES

AZIMUT

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE							
DIAS ACUM	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355							
DECLIN.	-20.00	-0.35	-10.80	-0.19	0.00	10.80	0.19	20.00	0.35	10.80	0.19	0.00	0.00	-10.80	-0.19	-20.00	-0.35	-23.43	-0.41

ANGULO ANGULO

HORAS	HORARIO	HORARIO	SEN AZ	AZIMUT																						
	GRADOS	RADIANTES	GRADOS																							
6	90	1.57	0.95	71.12	0.98	79.84	1.00	90.00	0.98	79.84	0.95	71.12	0.93	67.85	0.95	71.12	0.98	79.84	1.00	90.00	0.98	79.84	0.95	71.12	0.93	67.85
7	75	1.31	0.91	65.97	0.96	74.50	1.00	84.75	1.00	84.65	0.97	75.31	0.95	71.76	0.97	75.31	1.00	84.65	1.00	84.75	0.96	74.50	0.91	65.97	0.89	62.83
8	60	1.05	0.86	59.34	0.93	67.96	0.98	78.80	1.00	89.49	0.98	78.86	0.96	74.78	0.98	78.86	1.00	89.49	0.98	78.80	0.93	67.96	0.86	59.34	0.83	56.26
9	45	0.79	0.77	50.43	0.86	59.19	0.95	71.07	1.00	84.89	0.99	81.99	0.97	76.89	0.99	81.99	1.00	84.89	0.95	71.07	0.86	59.19	0.77	50.43	0.74	47.43
10	30	0.52	0.62	38.05	0.72	46.40	0.86	59.29	0.97	76.75	1.00	84.86	0.98	77.58	1.00	84.86	0.97	76.75	0.86	59.29	0.72	46.40	0.62	38.05	0.58	35.38
11	15	0.26	0.36	21.03	0.45	26.89	0.62	38.00	0.86	59.57	1.00	87.63	0.96	73.66	1.00	87.63	0.86	59.57	0.62	38.00	0.45	26.89	0.36	21.03	0.33	19.32
12	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	-15	-0.26	-0.36	-21.03	-0.45	-26.89	-0.62	-38.00	-0.86	-59.57	-1.00	-87.63	-0.96	-73.66	-1.00	-87.63	-0.86	-59.57	-0.62	-38.00	-0.45	-26.89	-0.36	-21.03	-0.33	-19.32
14	-30	-0.52	-0.62	-38.05	-0.72	-46.40	-0.86	-59.29	-0.97	-76.75	-1.00	-84.86	-0.98	-77.58	-1.00	-84.86	-0.97	-76.75	-0.86	-59.29	-0.72	-46.40	-0.62	-38.05	-0.58	-35.38
15	-45	-0.79	-0.77	-50.43	-0.86	-59.19	-0.95	-71.07	-1.00	-84.89	-0.99	-81.99	-0.97	-76.89	-0.99	-81.99	-1.00	-84.89	-0.95	-71.07	-0.86	-59.19	-0.77	-50.43	-0.74	-47.43
16	-60	-1.05	-0.86	-59.34	-0.93	-67.96	-0.98	-78.80	-1.00	-89.49	-0.98	-78.86	-0.96	-74.78	-0.98	-78.86	-1.00	-89.49	-0.98	-78.80	-0.93	-67.96	-0.86	-59.34	-0.83	-56.26
17	-75	-1.31	-0.91	-65.97	-0.96	-74.50	-1.00	-84.75	-1.00	-84.65	-0.97	-75.31	-0.95	-71.76	-0.97	-75.31	-1.00	-84.65	-1.00	-84.75	-0.96	-74.50	-0.91	-65.97	-0.89	-62.83
18	-90	-1.57	-0.95	-71.12	-0.98	-79.84	-1.00	-90.00	-0.98	-79.84	-0.95	-71.12	-0.93	-67.85	-0.95	-71.12	-0.98	-79.84	-1.00	-90.00	-0.98	-79.84	-0.95	-71.12	-0.93	-67.85

LATITUD GRADOS 20  
 RADIANTES 0.35

## TRAYECTORIAS SOLARES

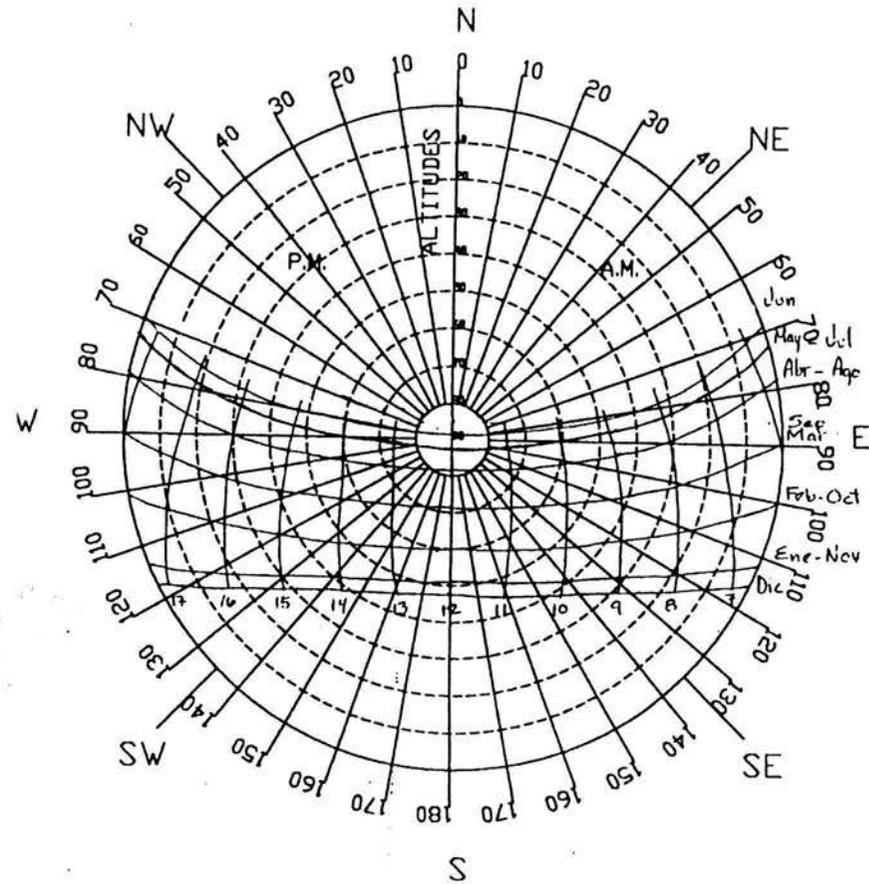
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE	
HORAS													
6	17.94	32.88		32.88	17.94	15.40	17.94	32.89		32.88	17.94	15.40	
7	16.65	10.94	7.92	10.94	5.52	5.29	5.52	6.33	7.92	10.94	16.65	20.78	
8	5.65	4.53	3.73	4.53	3.00	2.94	3.00	3.24	3.73	4.53	5.65	6.24	
9	3.31	2.69	2.22	2.69	1.82	1.80	1.82	1.94	2.22	2.69	3.31	3.61	
10	2.28	1.80	1.40	1.80	1.08	1.08	1.08	1.16	1.40	1.80	2.28	2.51	
11	1.78	1.31	0.89	1.31	0.51	0.52	0.51	0.60	0.89	1.31	1.78	1.99	
12	1.61	1.14	0.69	1.14	0.04	0.16	0.04	0.29	0.69	1.14	1.61	1.82	
13	1.78	1.31	0.89	1.31	0.51	0.52	0.51	0.60	0.89	1.31	1.78	1.99	
14	2.28	1.80	1.40	1.80	1.08	1.08	1.08	1.16	1.40	1.80	2.28	2.51	
15	3.31	2.69	2.22	2.69	1.82	1.80	1.82	1.94	2.22	2.69	3.31	3.61	
16	5.65	4.53	3.73	4.53	3.00	2.94	3.00	3.24	3.73	4.53	5.65	6.24	
17	16.65	10.94	7.92	10.94	5.52	5.29	5.52	6.33	7.92	10.94	16.65	20.78	LATITUD GRADOS 18.9
18	17.94	32.88		32.88	17.94	15.40	17.94	32.89		32.88	17.94	15.40	RADIANES 0.33

## GRÁFICA POLAR EQUIDISTANTE

LATITUD 18° 54'

LUGAR OAXTEPEC MORELOS

NOTAS: DIAS 21 DEL MES

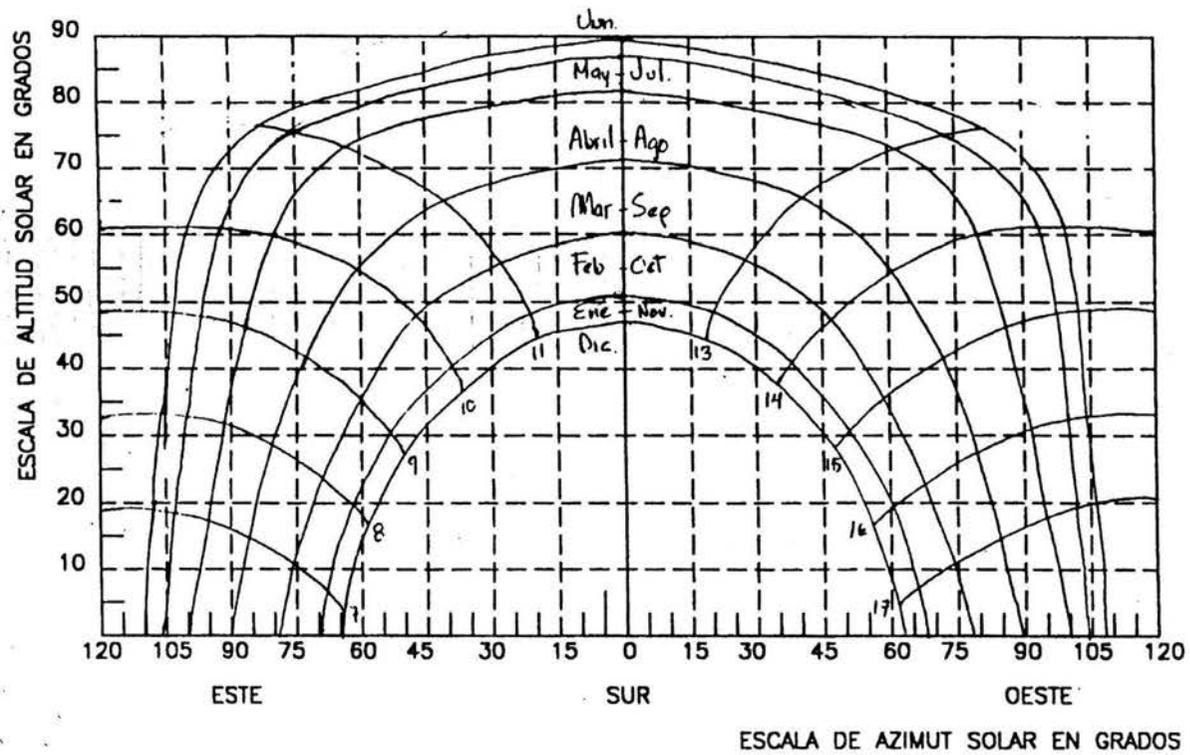


## GRÁFICA SOLAR DE COORDENADAS RECTANGULARES

LATITUD  $18^{\circ} 54'$ 

LUGAR OAXTEPEC MORELOS

NOTAS: DIAS 21 DEL MES



### 3.12 ESTRATEGIAS DE

## HELIODISEÑO

En el proyecto se utilizan estrategias de diseño, para esto se estudia el clima, temperatura, humedad, vientos, radiación y en especial el soleamiento, analizando las posiciones del sol durante todo el año para proponer técnicas y diseños que utilicen y aprovechen estas condiciones para proporcionar el bienestar de los habitantes, todo esto con técnicas pasivas tratando de evitar y minimizar climas artificiales de acondicionamiento, ahorrando consumos innecesarios de energía.

Nuestro terreno se ubica en una zona Aw (Sub-húmedo) es decir ligeramente calurosa sin marcados extremos, los promedios de temperaturas máximas en temporadas calurosas fluctúan de 26 a 31 grados centígrados y las mínimas de 8 a 12 grados centígrados, las oscilaciones térmicas diarias anuales varían de 19 a 14 grados centígrados, los vientos predominantes durante el año provienen del Norte y Sudeste y la zona se considera sub-húmeda por las precipitaciones pluviales existentes.

En nuestro proyecto será posible satisfacer todas las necesidades de confort en forma pasiva a través de una buena protección solar y una adecuada ventilación, asimismo se considera la factibilidad económica de un sistema de calentamiento de agua por energía solar, ya que esto es posible por la radiación existente en la zona a lo largo del año.

Sombras y soleamiento,

En el croquis (Fig. 24 y 25) podemos observar las posiciones y el movimiento del sol en los meses más críticos, mayo y diciembre, en donde observamos la incidencia sobre un cubo, de o cual partimos, junto con nuestro anterior estudio de condiciones climáticas para hacer una proposición de proyecto y aplicación de técnicas de heliodiseño

Debido a que las temperaturas son altas en las tardes de primavera y verano es necesario evitar ganancias solares a esas horas, por lo que se proponen las siguientes disposiciones de control solar..

#### Ventanas,

Diseño de dispositivos de control solar para mantener sombreadas las fachadas la mayor parte del tiempo por medio de pórticos y aleros para evitar ganancias solares directas a ciertas horas, en la fachada norte, con un pequeño alero (ángulo de diseño 80 grados de altura solar) (Fig. 27) se obtendrá un eficiente control solar de las 9.00 a las 15.00 horas aproximadamente, en las fachadas noreste y este, los dispositivos de control solar serán suficientes si cubren ángulos de altura solar de 80 grados, en el sur, se prevé un pórtico volado para controlar el soleamiento primavera y verano. el ángulo de altura para sombreado de ventanas en el sur franco será de 65 grados, (Fig. 27) en las fachadas sudoeste, oeste y noroeste, el control solar se consigue principalmente a través de vegetación, ubicando frente a ellas árboles altos de follaje denso y perenne. (Fig. 29)

#### Ventilación,

Se orientan las fachadas mayores hacia el sur para recibir los vientos dominantes del sudeste, (Fig. 32) se evitan obstrucciones para la circulación de estos vientos, asimismo se logra que este viento pase por áreas sombreadas con árboles y vegetación. se considera una altura de entrepiso de 3 mts y una doble altura para reducir la temperatura radiante de las losas de azotea y permitir un mayor volumen de aire. se utilizan canalizadores de aire y vientos dominantes por medio de barreras vegetales, la ventilación es cruzada con ventanas operables a ambos lados.

#### Cubiertas,

Por ser un clima con precipitación promedio de 800 mm se da suficiente pendiente a las cubiertas, se utiliza teja de barro para evitar el sobrecalentamiento en las tardes, ya que esta actúa como elemento sombreador entre los elementos masivos de la cubierta y el exterior.

Muros exteriores,

Se utilizan elementos masivos en todo el interior de las casas ya que ayudan a obtener condiciones térmicas adecuadas, asimismo se utilizan pisos de cerámica y muros de tabique macizo recubiertos de materiales resistentes a la intemperie, repellado y pintura vinilica de exterior dadas las condiciones de nubosidad e insolación.

## 1. Gráfica de Trayectorias Solares

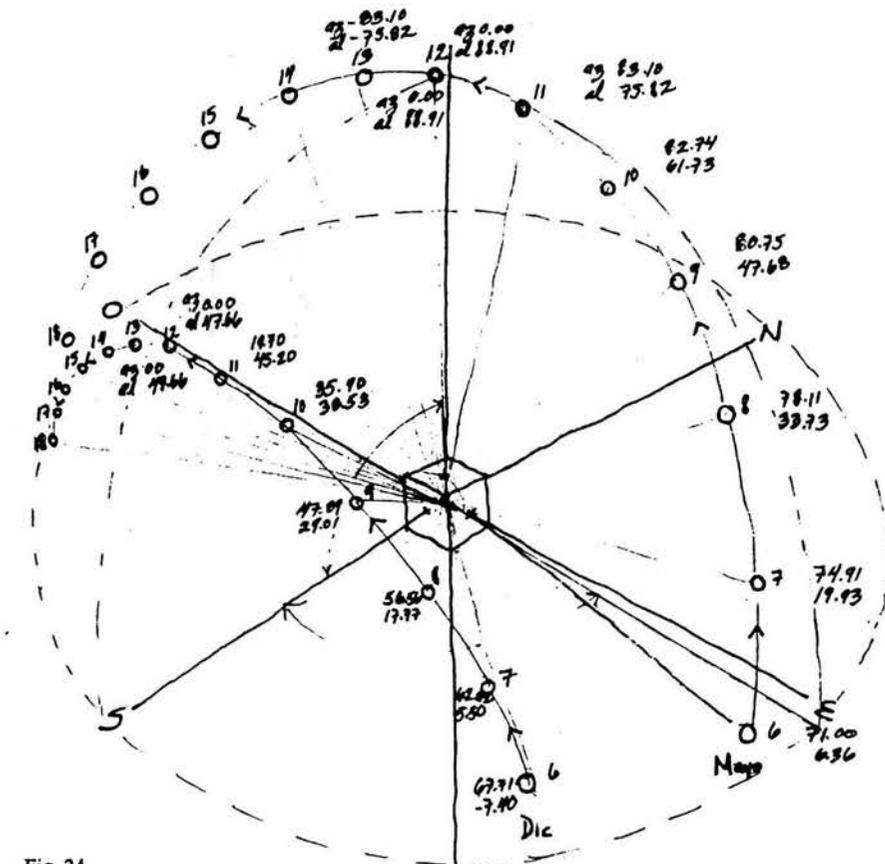


Fig. 24

Estrategias de Heliodesign de Casas Duplex con alberca en Oaxtepec, Morelos

## 2. Materiales y Condiciones

Del cubo a un esquema básico de funcionamiento se toman las siguientes necesidades extremas:

En Mayo con 33° C se necesita proteger contra la radiación solar.

Del croquis de soleamiento se pueden observar estos meses como los más críticos y con esto se hace la siguiente proposición.

Pendientes en cubiertas con teja de barro para evitar sobrecalentamiento en las tardes.

Losa de vigeta y bovedilla para tener una cámara de aire circulante que reduzca el calentamiento en los meses de Abril, Mayo y Junio.

Dobles alturas en zonas publicas y alturas mínimas de 3.00m. Para reducir la temperatura radiante de losas de azotea.

Pisos de cerámica y muros de tabique macizo recubiertos de materiales resistentes a la intemperie, repellado y pintura vinílica para exterior dadas las condiciones de alta lluvia en los meses de Mayo a Agosto e insolación que se presentan en Abril, Mayo y Junio.

Se utilizan elementos masivos en todo el interior de las casas para obtener condiciones térmicas adecuadas.

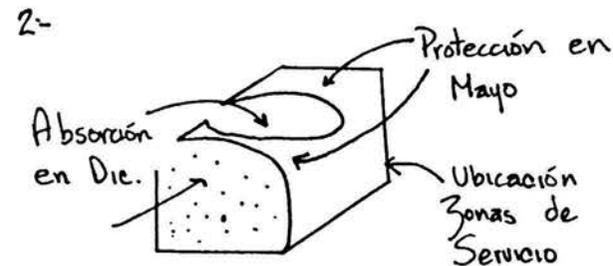
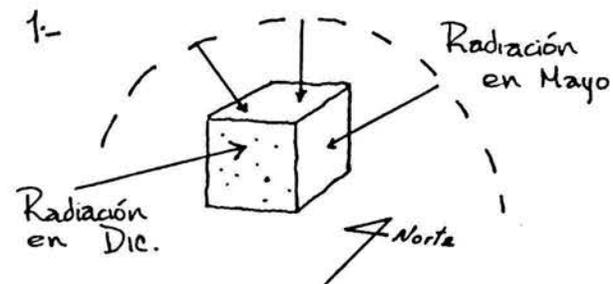


Fig. 25 Cubo básico

### 3. Inyección de Aire Frío con ductos subterráneos

- Se usa la masa térmica de la tierra para enfriar el aire inducido dentro de la casa.
- Los tubos que se usan deben tener un diámetro y longitud apropiada, así como una leve pendiente.
- Los tubos serán de fierro fundido de 10 cm de diámetro, el orificio de entrada de aire y el de salida se protegerán con malla y tela de mosquitero para evitar la entrada de roedores e insectos.
- Los tubos deberán ser metálicos, de fierro fundido o de barro, el orificio de entrada del aire y el de salida, deberán estar protegidos con mala y tela de mosquitero para evitar la entrada de roedores e insectos

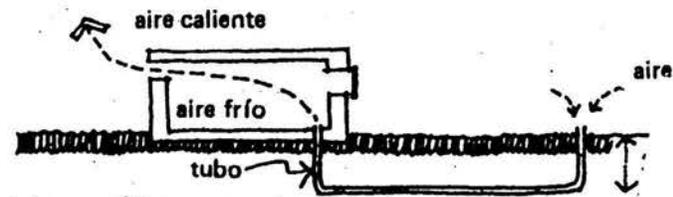


Fig. 26

## 4. Soleamiento en ventanas

- Volados necesarios para control de soleamiento en Primavera y Verano en fachadas norte y sur. Se diseñan dispositivos de control solar para mantener sombreadas las fachadas la mayor parte del tiempo por medio de pórticos y aleros para evitar ganancias solares directas a ciertas horas. En la fachada norte, con un pequeño alero (ángulo de 80 grados de altura solar) se obtendrá un eficiente control solar de las 9.00 a las 15.00 horas aproximadamente en las fachadas noreste y Jeste, los dispositivos de control solar serán suficientes si cubren ángulos de altura solar de 80 grados. En el sur se prevé un pórtico volado para controlar el soleamiento en primavera y verano. El ángulo de altura para sombreado de ventanas en el sur franco será de 65 grados.

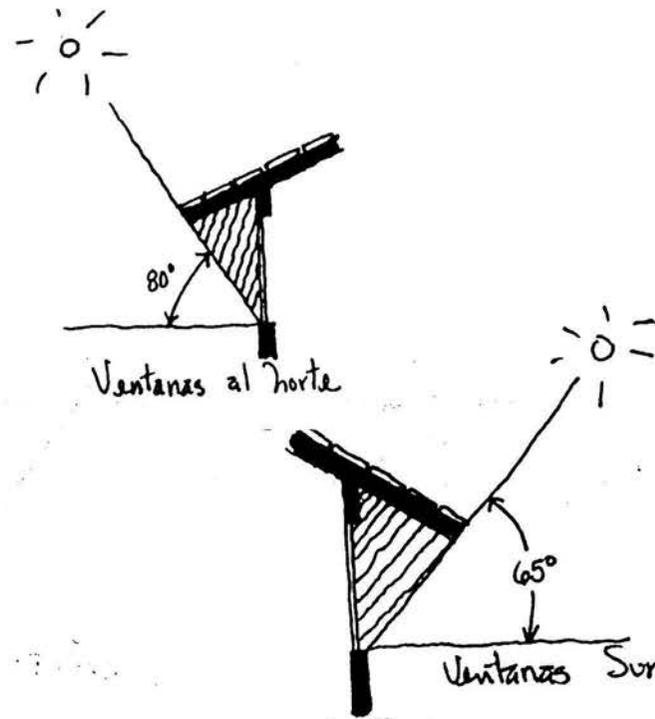


Fig. 27

## 5. Disminución de la Reflexión de Pisos soleados

- Debido a que el soleamiento en pisos es más del doble que reciben los muros se usará la técnica de radiación neutralizada por medio de taludes, el talud con capa vegetal absorbe la radiación solar y no la refleja sobre el muro o al interior de la casa, como se puede ver en el diagrama, ya que de lo contrario la radiación reflejada para un muro al sur con piso exterior pétreo de mosaico o de concreto, es equivalente a la mitad de la radiación recibida directamente sobre el muro.

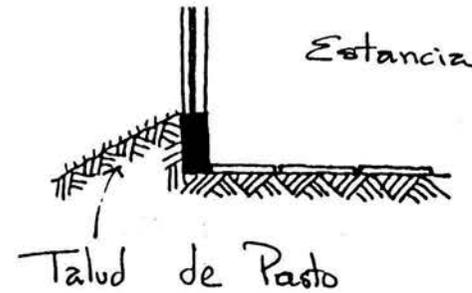
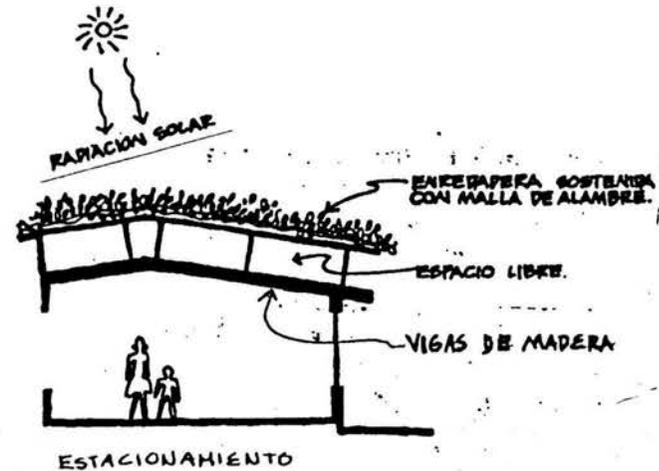


Fig. 28

## 6. Colocación de Pantallas vegetales sobre Techo y enredaderas en Fachadas asoleadas.

- Se colocara una pantalla vegetal que impide la incidencia de los rayos solares sobre algunas zonas de techumbre con lo que la transmisión de calor hacia el interior de la casa se reduce considerablemente.
- En Fachadas asoleadas se procederá a colocar, enredaderas, Bugamiblia, Monedita y hiedra, las cuales tienen hojas perennes lo cual nos sirve mejor para disminuir la incidencia directa del sol en estas áreas.



## 7. Vigas para protección de irradiación solar

- Se usan vigas corredizas en la fachada Sur para tener control de sombras durante los diferentes meses del año según la inclinación del Sol.

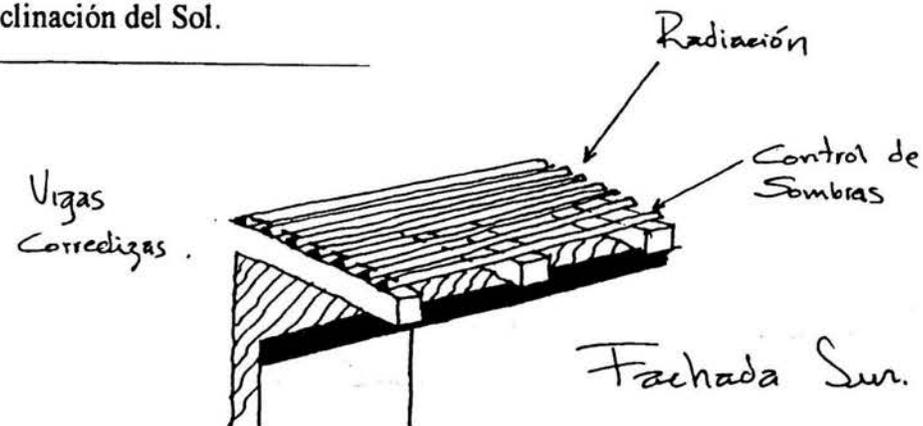


Fig. 30

## 8. Detalle de ventanas en Fachada Sur

- En la fachada Sur en la parte superior se colocarán jarrones con agua para tener un ambiente fresco al circular el aire en este ambiente húmedo hacia el interior de la casa.

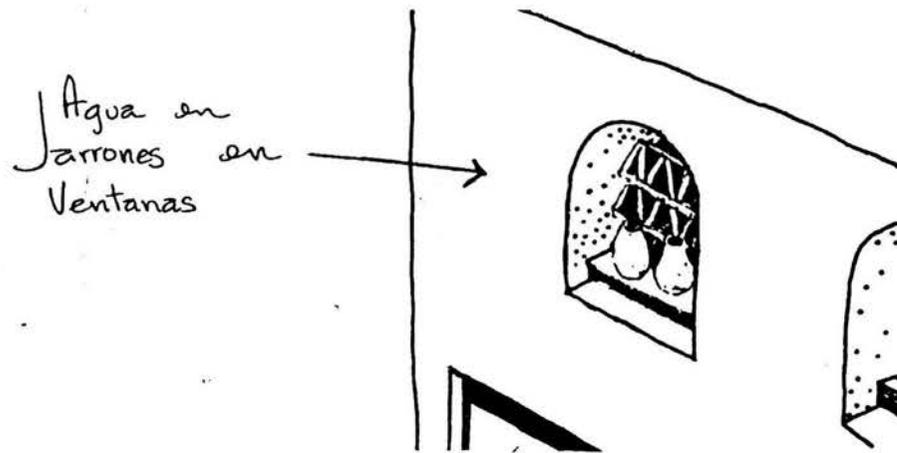


Fig. 31

## 9. Ventilación cruzada

Se orientan las fachadas mayores hacia el Sur para recibir los vientos dominantes del sudeste, se evitan obstrucciones para la circulación de estos vientos, así mismo se logra que este viento pase por áreas sombreadas con árboles y vegetación. Se considera una altura de entepiso de 3 m. y una doble altura para reducir la temperatura radiante de losas de azotea y permitir un mayor v

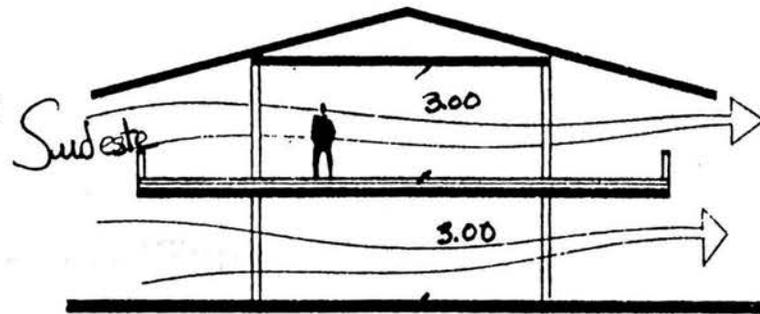


Fig. 32 Aireación de la vivienda.

## 10. Muro hortaliza

- El muro indicado será llenado en la parte de arriba con tierra para cultivar legumbres y alimentar en parte algunos pollos o conejos que se tengan en unos compartimentos más abajo los animales a su vez procurarán el fertilizante para la tierra de encima. Este anaquel sirve también para guardar cosas como herramientas y materiales. Donde hay animales se pondrán algunos ladrillos con huecos.

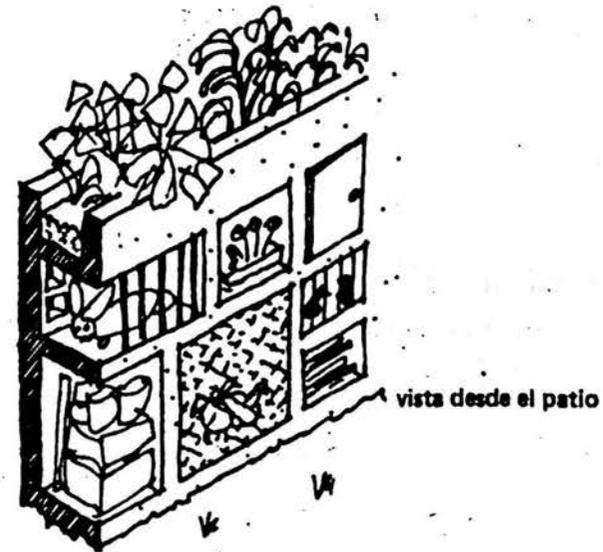


Fig. 33

# 11. Calentador Solar

En la zona indicada se procederá a la colocación de un calentador solar de agua del siguiente tipo.

Componentes:

Uno o más paneles colectores que captan la energía solar.

Un depósito THERMOS perfectamente aislado.

Líneas y accesorios necesarios para la interconexión de los colectores y el termotanque

Operación: Los colectores que captan la energía del Sol, la transmiten al agua que circula por su interior y la envían al termotanque que la almacena. La circulación del agua desde los colectores al termotanque se efectúa automáticamente sin necesidad de bomba gracias al aprovechamiento de la propiedad del agua de disminuir su densidad al aumentar la temperatura (Efecto termosifón).

Instalación: Se requiere colocar los colectores inclinados y orientados hacia el sur, libres de sombras. El termotanque es aconsejable que este inmediato a los colectores sobre una base plana y a un nivel ligeramente arriba de estos. El control del nivel del termotanque puede hacerse en su forma más simple, colocándolo al nivel del tinaco del agua fría y conectándolos como vasos comunicantes. Cuando esto no sea posible, se pueden utilizar cualesquiera de los otros tipos de control: mecánico o electrónico. Debido a su diseño sin partes móviles y elementos constructivos de alta calidad y duración, el único mantenimiento que requiere la instalación durante muchos años es la limpieza del polvo que se deposita sobre el cristal de los colectores, con el fin de disminuir su eficiencia.

Operación: Debido a que tanto el termotanque como los colectores están protegidos, el primero con una triple capa de aislamiento, y los otros por aislante en la parte inferior y por cristales en la parte expuesta al sol, lo cual permite el efecto invernadero, el agua del termotanque que se calentó durante el día permanece caliente gracias al buen aislamiento de éste, lo cual le permite ser utilizada al día siguiente sin pérdida apreciable de temperatura. Gracias a este diseño se obtiene los días despejados o semi-despejados de todo el año temperaturas en el termotanque de 40 a 60 grados C. En el caso de los días en que la atmósfera este nublada o la contaminación demasiado elevada, la temperatura del agua no llega a niveles tan elevados, pero sí alcanza a aumentar varios grados arriba de la temperatura del agua de alimentación. Se utiliza una regadera eléctrica para los periodos prolongados en que no haya sol brillante

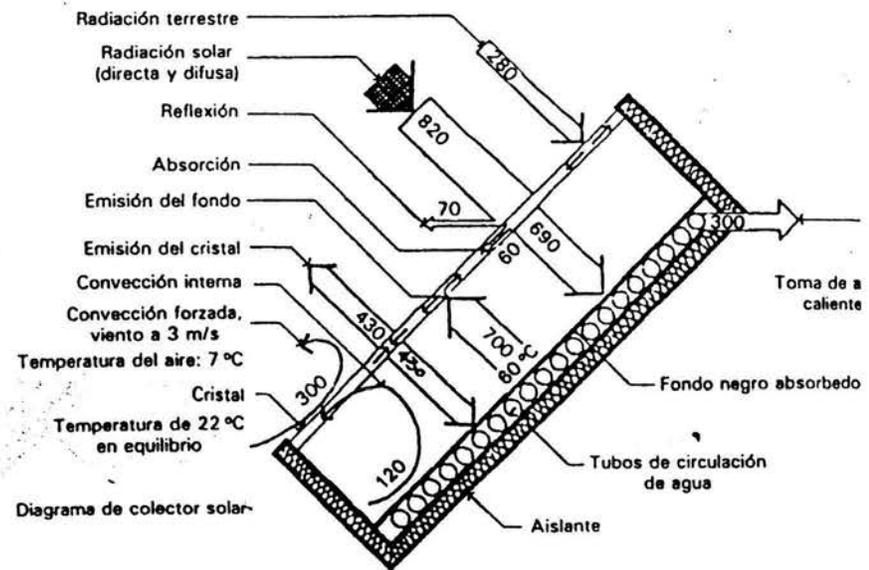


Diagrama de colector solar: flujos térmicos en un colector solar.

tor solar.

Fig. 34

# CÁLCULO TÉRMICO

LONG. 99°14'  
ALTITUD 1385 M.

DÍA Y HORA DE DISEÑO: MAYO 15, 8.00 A.M.

CLIMA: CÁLIDO SUBHÚMEDO AW

VIENTOS DOMINANTES SW-SE

ZONA: ESTANCIA

Nº DE PERSONAS: 6

TEMPERATURA:

SOL/AIRE TECHO=299.13°K

$T_{SOL/AIRE} = T_{AMB} + ((\rho_c \cdot H_r) / H_o) + ((E \cdot D_{RO}) / H_o)$

MAYO 15 58°35'

$\cos 58°35' = .55$

$H_i$  EN MUROS Y VENTANAS =  $141.2 \cdot .55 = 77.86$

$T_{SOL/AIRE} = 297.3 + ((0.6 \cdot 77.86) / 22.43) = 299.37$   
EN MUROS Y VENTANAS

$Q_{COND} = U \cdot A \cdot (T_{sol/aire} - T_i)$

$U = 1 / ((1/h_e) + (l/k) + (1/h_o))$

$U = 1 / ((1/h_e) + (en/ln) + (1/h_o) + (en/ln) + (1/h_o))$

DONDE:

$T_{AMB} =$

24.3 °C  
+ 273 °C  
297.3 °K

$\rho_c = 0.6$

$H_o =$  COEFICIENTE COMBINADO DE RADIACION + CONVECCION  
 $h = h_r + h_c$

$h_r =$  COEFICIENTE DE CONV. =  $32.7 + 13.7 \cdot w$

EMITANCIA = .99

$Q =$  FLUJO DE CALOR

$e =$  ESPESOR

$k =$  COEFICIENTE DE CONDUCCION TÉRMICA

$U =$  COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$h_e =$  COEFICIENTE DE CONV. EN EXTERIORES

$h_i =$  COEFICIENTE DE CONVECCION EN INTERIORES

$h_o =$  COEFICIENTE DE CONVECCION DEL AIRE ENTRE 2 MUROS

$n =$  NÚMERO DE MATERIALES

Impermeabilizante Factor 0.001 m  
Loss 0.18 m

$k = 0.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$   
 $k = 1.28 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$

COEFICIENTE DE CONVECCION DEL AIRE EXTERIOR EN MUROS Y VENTANAS  $h_e = 34.06 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$

COEFICIENTE DE CONVECCION DEL AIRE INTERIOR EN MUROS Y VENTANAS  $h_i = 9.36 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$

COEFICIENTE DE CONVECCION DEL AIRE EXTERIOR EN TECHOS  $h_e = 17.03 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$

COEFICIENTE DE CONVECCION DEL AIRE INTERIOR EN TECHOS  $h_i = 9.36 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$

VIENTO EN OAXTEPEC, MORELOS 1.8 M/S

CALCULO DE CALOR POR CONDUCCION EN MUROS, VENTANAS Y TECHO

$Q_{COND. MUROS} = U \cdot A \cdot (T_{Sol/Aire} - T_i) =$

$U = 1 / ((1/34.06) + (0.15/1.07) + (1/9.36)) = 1/0.278384 = 3.62 \text{ w/m}^2 \cdot \text{C}$

$Q_{COND. MURO SUR} = 3.62 \cdot 7.20 (299.37 - 299.15) = 5.82 \text{ watts}$

$Q_{COND. MURO OTE} = 3.62 \cdot 5.70 (299.37 - 299.15) = 4.53 \text{ watts}$

$Q_{COND. VENTANAS} \quad U = 1 / ((1/34.06) + (0.005/1.06) + (1/9.36)) = 7.094$

$Q_{COND. VENTANAS SUR} \quad 7.094 \cdot 9.3 \cdot (299.37 - 299.15) = 14.51 \text{ w}$

$Q_{COND. TECHO}$

$U = 1 / ((1/17.03) + (0.01/0.6) + (0.04/1.07) + (0.15/1.78) + (1/9.36)) = 3.29$

$3.29 + 17.5 \cdot (299.13 - 299.15) = -1.15$

CALCULO DEL CALOR POR RADIACION SOLAR DIRECTA

$Q_{SHG} = A_v \cdot F_a \cdot H_T$

SOLAR HEATING GAIN (Ganancia de calor solar)

$Q_{SHG}$

VENTANA SUR  $9.3 \text{ m}^2 \cdot 0.25 \cdot 0.80 \cdot 77.86 = 144.44 \text{ w}$

POR INFILTRACION:

SENSIBLE Y LATENTE

$Q_{inS} = 0.278 \text{ comb} \cdot \text{Vol} \cdot \rho \cdot C_{pe} \cdot (T_{Sol/aire} - T_{int})$

$Q_{inI} = 0.278 \text{ comb} \cdot \text{Vol} \cdot \rho \cdot H_{vap} \cdot (w_{amb} - w_{int})$

$Q_{inS} = 0.278 \cdot 1.5 \cdot 75 \text{ m}^3 \cdot 1.180 \cdot 1.0065 (299.37 - 299.15) = 6.17 \text{ J} / 3.6 = 2 \text{ watts}$

$Q_{inI} = 0.278 \cdot 1.5 \cdot 75 \text{ m}^3 \cdot 1.180 \cdot 2468 (0.015 - 0.013) = 182.1 \text{ J} / 3.6 = 50.6 \text{ watts}$

DONDE:

$C_{AMB}$  CAMBIOS DE AIRE

$VOL$  VOLUMEN

$\rho$  DENSIDAD DEL AIRE = 1.180 KG/m<sup>3</sup>

$C_{pe}$  CALOR ESPECIFICO DEL AIRE = 1.0065 (J/kg °C)

$H_{vap}$  CALOR LATENTE DE VAPORIZACION = 2468 (J/kg)

## CÁLCULO TÉRMICO

wamb HUMEDAD ESP. EXTERIOR  
wint HUMEDAD ESP. INTERIOR

## CALCULO DEL CALOR POR VENTILACIÓN

Q VENTILACION S = G \* 1.08 \* (tair / aire - L Cuarto) \* 0.2931  
Q VENTILACION L = G \* 0.68 \* (Wb - Wl) \* 0.2931

DONDE:

G FLUJO DE AIRE EN M / MIN  
VIENTO DOMINANTE 1.8 L / S  
G Cv Av  
Cv EFECTIVIDAD DE ABERTURA DE VENTANA PARA VIENTO OBLICUO 0.25  
A AREA DE VENTANA 5.55 m2  
G 0.25 \* 5.55 \* 1.8 = 2.5 m3 / seg  
2.50 \* 60 = 0.135 m3 / min = 135 m3 / min \* 60 = 135 m3 / m  
Qvent S 1.35 \* 1.08 \* (299.37 - 298.15) \* 0.2931 = 0.004 w.  
Qvent L 1.35 \* 0.68 \* (0.015 - 0.013) \* 0.2931 = .0001 w

## CALOR POR OCUPANTES 8 PERSONAS

Qgent S 65 watts / m2 \* 8 = 390 watts  
Qgent L 55 watts / m2 \* 8 = 330 watts

EQ =

FACHADA SUR	5.82	w
FACHADA OTE.	4.83	w
VENT. SUR	14.81	w
TECHO	-1.15	w
QSHG	144.44	w
INFILTRACIÓN	2.28	w
	50.80	w
VENTILACIÓN	0.0094	w
	0.0001	w
PERSONAS SENSIBLE	390.00	w
LATENTE	330.00	w
TOTAL	941.11	w

## CAPACITANCIA:

## CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO DE LOS MATERIALES DEL EDIFICIO

MATERIAL	h / kg * C	kg	
Ladrillo	0.84	7,752	= 6,511.68
Vidrio	0.80	42	= 33.60
Concreto	1.0004	8,050	= 8,053.22
Tapa	0.84	1,120	= 940.80

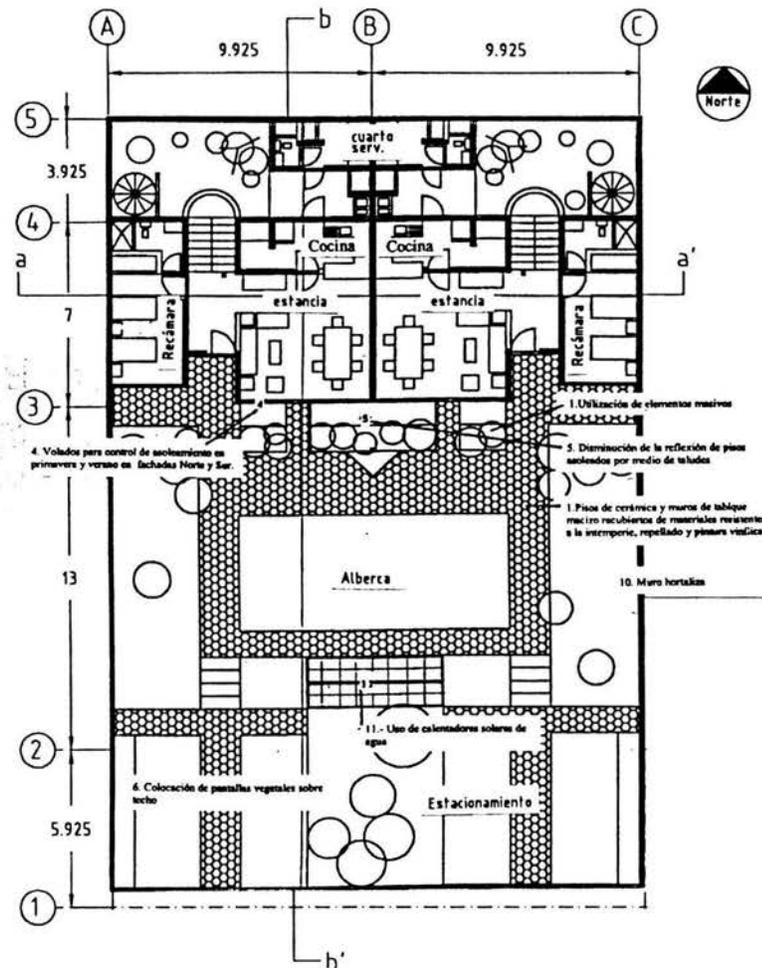
CAPACITANCIA TOTAL = 15,538.30 h / kg \* C = 4,316.47 watts \* C

T CUARTO = 28 \* C + (941.11 / 4,316.47 w) = 28.21 \* C

## III - MEDIO FISICO

## 3.13 DESARROLLO DE PROYECTO Y

## PLANOS



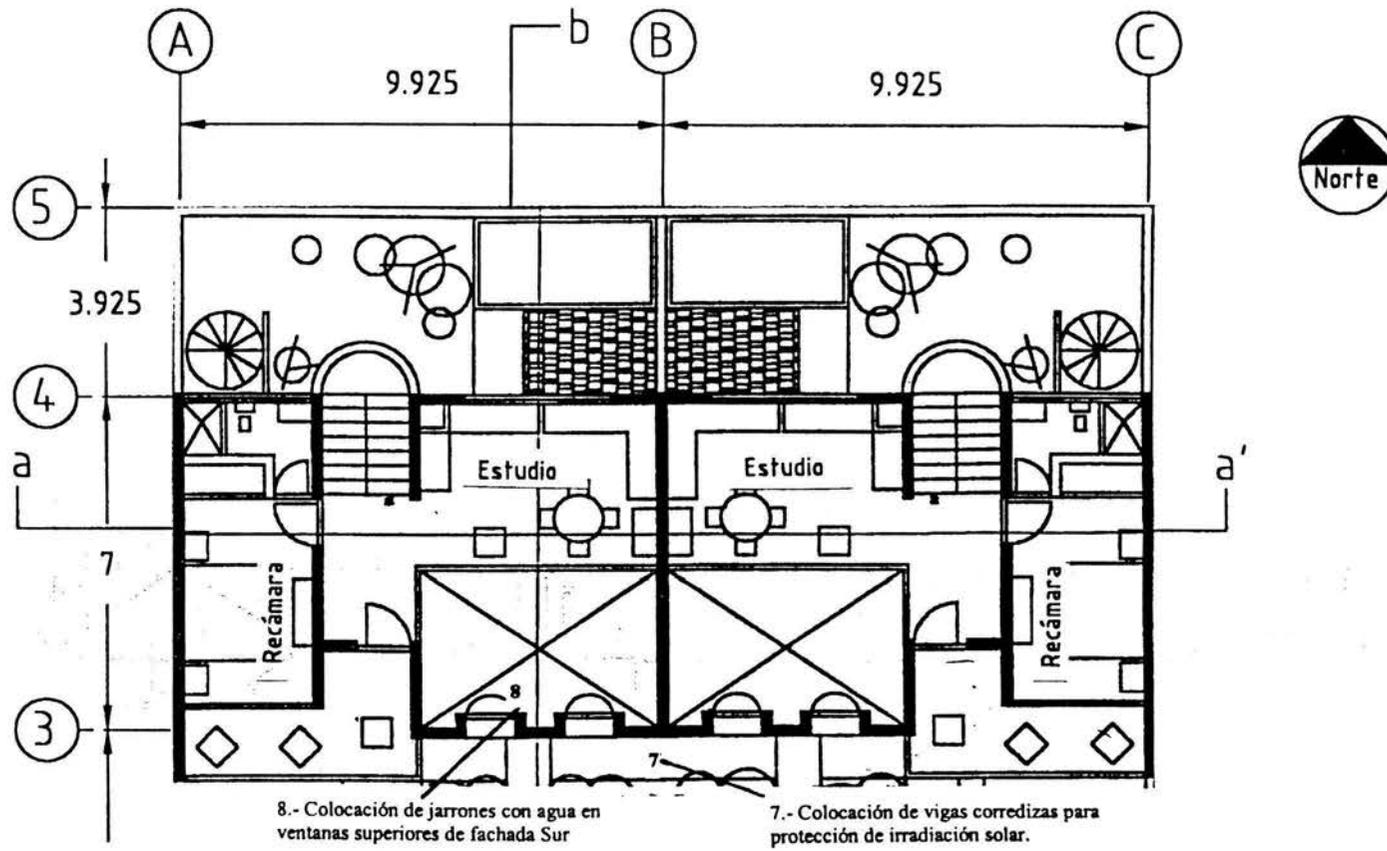


Fig. 35.1 Planta Alta

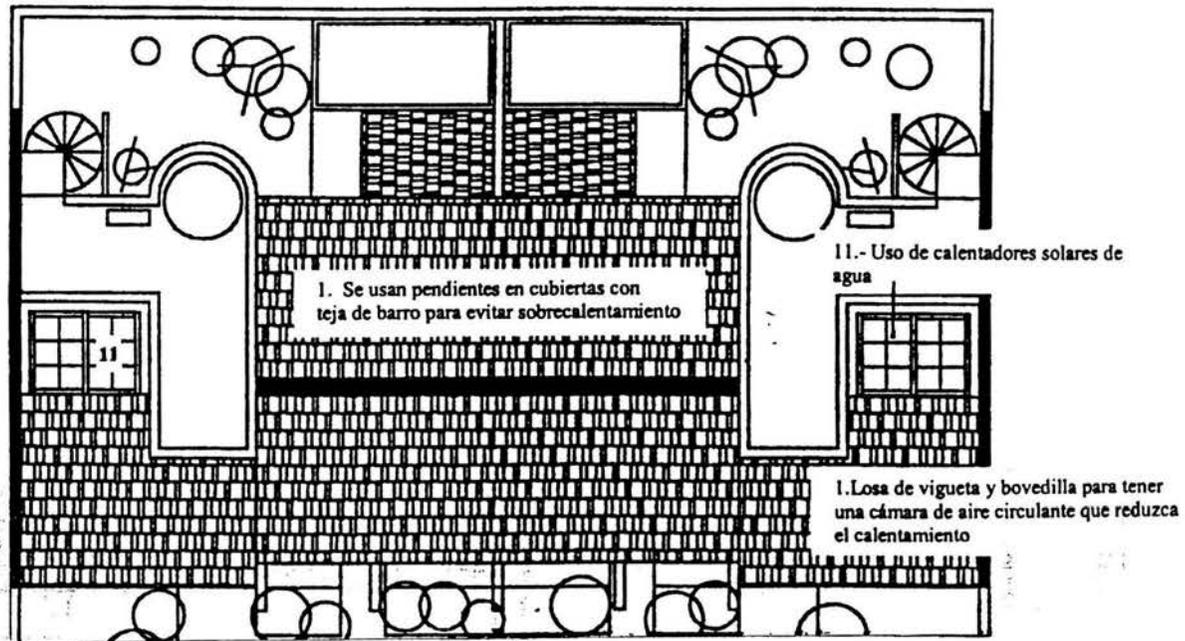


Fig. 35.1 Planta de Techos

ESTA TESIS NO PUEDE  
DE LA BIBLIOTECA

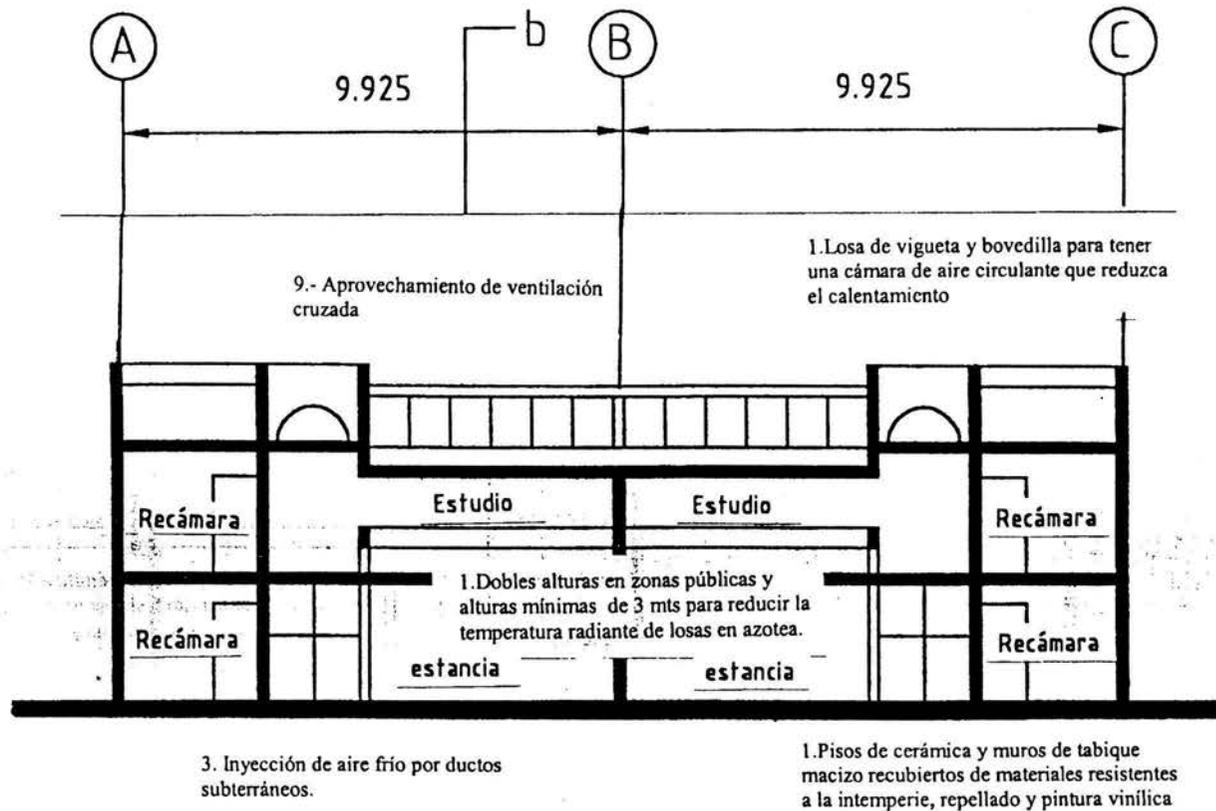


Fig. 35.1 Corte A-A'

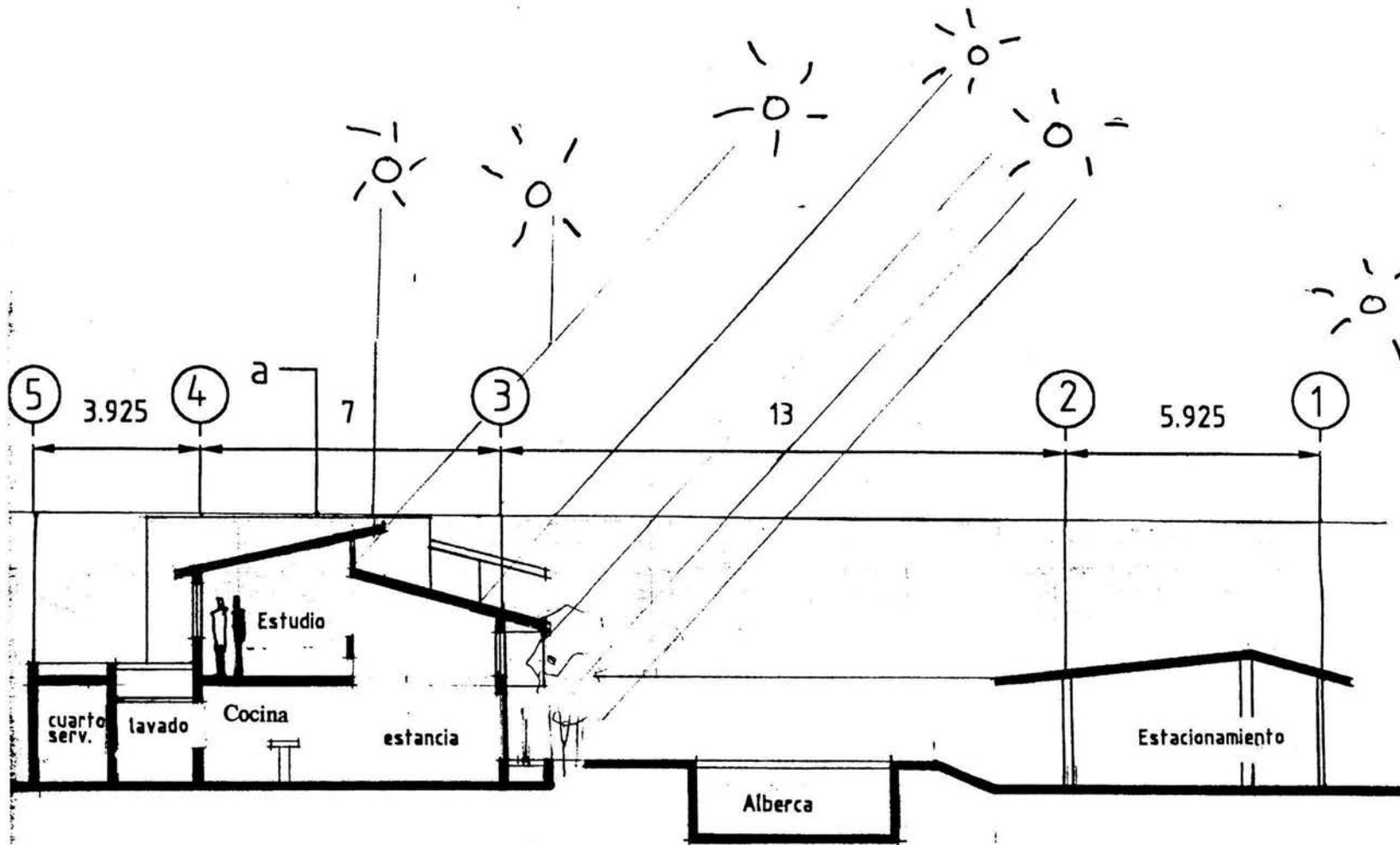


Fig. 35.1 Corte B-B'

# FOTOS DE MAQUETA CON HELIODON

# FOTOS DE MAQUETA CON HELIODON

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Pienso que el curso de heliodiseño fue muy importante para el diseño arquitectónico porque me permite justificar decisiones en cuanto a esto, con bases firmes basadas en el análisis climático-solar, lo que lleva a soluciones lógicas y eficientes de diseño, asimismo se protege a la naturaleza sabiendo aprovecharla al máximo usando sistemas pasivos de climatización para el ahorro de energía, sin descartar sistemas artificiales pero dejándolos como una segunda opción en caso necesario.

Sin embargo, pienso que es importante tener en cuenta que el diseño solar se debe aprovechar, pero no sin dejar a un lado lo económico, ya que no podemos sacrificar grandes superficies de terreno por el heliodiseño, ni romper con urbanizaciones, lo importante será hacer una mezcla de diferentes conceptos tan importantes unos como otros para lograr un buen proyecto como son lo económico, la utilización de materiales adecuados, la consideración de la arquitectura vernácula, los aspectos culturales, urbanísticos, ecológicos, tecnológicos, realidades y características del país, de su ubicación etc. y dentro de estos integrar el heliodiseño, pero sin sacrificar ni olvidar los otros como ya se ha mencionado, lo que se observó en este proyecto, que sin lugar a dudas puede ser mejorado como todo ya que para esto no hay fin, sin embargo se propone un proyecto lógico observando el heliodiseño aunado a los aspectos anteriormente mencionados.

Finalmente puedo mencionar que sería muy conveniente y necesario integrar y profundizar en la materia de heliodiseño en el programa de la licenciatura en Arquitectura ya que esto ayudaría a los futuros arquitectos a entender aspectos tan interesantes, sencillos y lógicos como son el movimiento y posiciones solares para tener diseños más adecuados al clima del lugar, con bases y seguridad para decidir el porque se ubican y diseñan los elementos de una

vivienda de tal forma sin decir tan solo "porque me gustó o lo vi así en tal lugar el otro día" ya que gran parte de nuestra ciudad se ha llenado y construido de esta manera errónea y poco considerada, usando materiales de moda, como en las ultimas fechas el cristal y el espejo sin considerar ni por un momento aspectos tan importantes como son el ecológico o el heliodiseño debido a diversos intereses y circunstancias, lo cual debe evitarse y luchar por una Arquitectura más coherente con el clima donde se ubica y que nos ayude al mismo tiempo al ahorro de Energía.

## INDICE DE FIGURAS

---

- Fig. 1** Gran templo de Ammon en Karnak (Fuente, tesis Prof. Raúl Reyes)
- Fig. 2** Olynthus, Grecia (432 a.C.) (Fuente: tesis Prof. Raúl Reyes)
- Fig. 3** Plantas Arquitectónicas para casas unifamiliares diseñadas por Hugo Haring.  
(Berlín Alemania 1932)
- Fig. 4** "Casa del futuro" por Fred Keck (Feria Mundial de Chicago 1933)  
(Fuente: tesis Prof. Raúl Reyes)
- Fig. 5** Radiación total incidente (Paso de la radiación a través de la atmósfera)  
(Fuente: Apuntes de Heliodiseño)
- Fig. 6** Líneas imaginarias que definen incidencias particulares de los Rayos Solares en la  
Tierra (Fuente: Mazria)
- Fig. 7** Periodos de Incidencia Normal de los Rayos Solares en la tierra (fuente: Mazria)
- Fig. 8** Angulo de incidencia con relación a otros ángulos (Fuente: Mazria)
- Fig. 9** Principios de la pérdida de Calor (Fuente: Apuntes de heliodiseño)
- Fig. 10** Tabla de tipos de clima según Köppen
- Fig. 11** Regiones climáticas de México
- Fig. 12** Gráfica Solar de Coordenadas Rectangulares (Fuente: Mazria)

---

<b>Fig. 13</b>	Gráfica Solar Polar Equidistante (Fuente Mazría)
<b>Fig. 14</b>	Estudio de Sombras con el Heliódón (Fuente: tesis prof. Raúl Reyes)
<b>Fig. 15</b>	Planos de ubicación y localización del Area de Oaxtepec Morelos
<b>Fig. 16</b>	Plano de ubicación del Fraccionamiento "Real de Oaxtepec"
<b>Fig. 16.1</b>	Localización y medidas del terreno
<b>Fig. 17</b>	Fotografías del Predio
<b>Fig. 18.1</b>	Tablas de Aspectos socio demográficos de Morelos de vivienda y servicios
<b>Fig. 18.2</b>	Climas del estado de Morelos
<b>Fig. 19.1</b>	Gráficas y tablas de temperatura
<b>Fig. 19.2</b>	Gráficas y tablas de Precipitación Pluvial
<b>Fig. 19.3</b>	Gráficas y tablas de Nubosidad
<b>Fig. 19.4</b>	Gráficas y tablas de vientos
<b>Fig. 19.5</b>	Gráficas y tablas de Radiación Solar
<b>Fig. 20.1</b>	Coordenadas polares para la ubicación del sol para el año (altitud)
<b>Fig. 20.2</b>	Coordenadas polares para la ubicación del sol para el año (acimut)
<b>Fig. 21</b>	Trayectorias Solares
<b>Fig. 22</b>	Gráfica Solar Polar equidistante

---

<b>Fig. 23</b>	Gráfica Solar de coordenadas rectangulares
<b>Fig. 24</b>	Gráfica de Trayectorias Solares
<b>Fig. 25</b>	Cubo básico
<b>Fig. 26</b>	Inyección de aire con ductos subterráneos
<b>Fig. 27</b>	Soleamiento de ventanas
<b>Fig. 28</b>	Taludes para disminución de la reflexión Solar
<b>Fig. 29</b>	Pantallas vegetales
<b>Fig. 30</b>	Protección de Irradiación Solar con vigas
<b>Fig. 31</b>	Ventanas al Sur
<b>Fig. 32</b>	Ventilación cruzada
<b>Fig. 33</b>	Muro hortaliza
<b>Fig. 34</b>	Calentador Solar
<b>Fig. 35.1</b>	Plano Planta Baja
<b>Fig. 35.2</b>	Plano Planta Alta y Planta techos
<b>Fig. 35.3</b>	Corte a-a' y Fachada Sur
<b>Fig. 35.4</b>	Corte b-b'
<b>Fig. 36</b>	Análisis de Sombras (Heliódón)

## Bibliografía

- 1.- MAZRIA Edward  
El libro de la energía Solar Pasiva  
Editorial Gustavo Gili 1985
- 2.- WRIGHT David  
Arquitectura Solar Natural  
Editorial Gustavo Gili 1983
- 3.- GONZALEZ Eduardo, HINZ Elke, DE OTEIZA Pilar,  
QUIROZ Carlos,  
Proyecto Clima y Arquitectura  
Editorial Gustavo Gili 1983, vol. 1,2 y 3
- 4.- BECERRIL NARANJO Sergio  
Del Sol a la Arquitectura  
Editorial Gustavo Gili 1987
- 5.- OLGYAY Víctor  
Design with Climate  
Princeton University Press
- 6.- DUFFIE John, W.A. BECKMANN  
Solar Energy Thermal Processes  
Editorial Wiley & Sons 1974
- 7.- COULSON, K.L.  
Solar and Terrestrial Radiation  
Academic Press, n. York 1975
- 8.- Ashrae, handbook Fundamentals 1981 – 1984
- 9.- GARCIA de MIRANDA Enriqueta  
Apuntes de Climatología  
Instituto de Geografía UNAM 1988
- 10.- GARCIA de MIRANDA Enriqueta  
Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen  
Instituto de Geografía UNAM 1988
- 11.- ZEEVAERT Leonardo 1981  
Passive Approaches to Solar Architectural Design for México  
Tesis de Maestría en Arq., Inglaterra

- 12.- REYES REYNOSOS Raúl  
Estrategias Pasivas en el Aprovechamiento de la energía  
Solar aplicadas al Diseño Arquitectónico  
Tesis de Doctorado en Arq., UNAM, México, 1989.
- 13.- JAUREGUI OSTOS Ernesto  
Una primera Estimación de la distribución de la Radiación Global y neta en México  
Investigación del Instituto de Geografía UNAM
- 14.- MORALES Diego Arq.  
Apuntes sobre heliodiseño
- 15.- Helio Arquitectura Agropecuaria ANES 1989
- 16.- Publicaciones del Instituto de Geofísica de C.U.  
Investigación en Materiales
- 17.- Cálculo de Sistemas Fotovoltaicos (Condumex)

# APENDICE

# APENDICE

Fig. 37 Tabla de Conversiones de unidades convencionales a unidades de SI

MULTIPLICAR	POR	PARA OBTENER
atmósferas	$1.033 \times 10^5$	kilogramo/metro cuadrado
atmósferas	$2.992 \times 10^3$	pulgadas de mercurio (32°F)
atmósferas (760 torr)	$1.013 \times 10^5$	kilopascales
bares	$9.869 \times 10^{-1}$	atmósferas
bares	$1.000 \times 10^5$	kilopascales
Btu/hora-pie cuadrado	$3.153 \times 10^{-4}$	Watts/cmímetro cuadrado
Btu/hora-pie cuadrado-°F	$5.676 \times 10^{-4}$	Watts/cmímetro cuadrado-grado
Btu/minuto	$2.356 \times 10^{-2}$	caballo de potencia
Btu/minuto	$1.757 \times 10^3$	Watts
caballo de potencia	$7.457 \times 10^{-1}$	kilowatts
caballo de potencia	$4.244 \times 10^3$	Unidades térmicas británicas/minuto
caballos de potencia-horas	$7.457 \times 10^{-1}$	kilowatts-hora
caballos de potencia-horas	$2.547 \times 10^6$	Unidades térmicas británicas
calorías	4.190	Joules
galones	$3.785 \times 10^{-3}$	metros cúbicos
galones por minuto	$6.309 \times 10^{-3}$	metros cúbicos/segundo
grados Celsius	$(9/5)C + 32$	grados Fahrenheit
grados Fahrenheit	$5/9(F - 32)$	grados Celsius
Joules	$2.387 \times 10^{-1}$	calorías
Joules	$7.376 \times 10^{-1}$	pie-libras (fuerza)
Joules	1.000	Watt-segundos
kilogramos	2.205	libras
kilogramos	$1.102 \times 10^{-3}$	toneladas (cortas)
kilogramos/metro cuadrado	$9.678 \times 10^{-2}$	atmósferas
kilogramos/metro cuadrado	$1.422 \times 10^{-3}$	libras/pulgada cuadrada
kilogramos/metro cuadrado	$3.281 \times 10^{-3}$	pies de H <sub>2</sub> O (a 39.2°F)
kilogramos/metro cuadrado	$2.896 \times 10^{-3}$	pulgadas de mercurio (32°F)
kilogramos/metro cúbico	$6.243 \times 10^{-1}$	libras/pie cúbico
kilojoules	$9.471 \times 10^{-1}$	Unidades térmicas británicas
kilopascales	$9.869 \times 10^{-3}$	atmósferas (760 torr)
kilopascales	$1.000 \times 10^{-2}$	bares

MULTIPLICAR	POR	PARA OBTENER
kilopascales	$1.450 \times 10^{-1}$	libras (fuerza)/pulgada cuadrada
kilopascales	4.015	pulgadas de H <sub>2</sub> O (a 39.2°F)
kilopascales	$2.953 \times 10^{-1}$	pulgadas de mercurio (32°F)
kilowatts	1.341	caballo de potencia
kilowatt-horas	1.341	caballos de potencia-hora
kilowatt-horas	$4.167 \times 10^{-5}$	megawatts-día
kilowatt-horas	$3.413 \times 10^6$	Unidades térmicas británicas
libras	$4.536 \times 10^{-1}$	kilogramos
libras (fuerza)	4.448	Newtons
libras/pies cúbicos	$1.602 \times 10^3$	kilogramos/metro cúbico
libras/pulgada cuadrada	$7.031 \times 10^3$	kilogramos/metro cuadrado
libras/pulgada cuadrada	6.895	kilopascales
libras/pulgada cuadrada	2.307	pies de H <sub>2</sub> O (a 39.2°F)
libras/pulgada cuadrada	2.036	pulgadas de mercurio (32°F)
libra (fuerza)-pie	1.356	Joules
libras (fuerza)-pie/minuto	$2.260 \times 10^{-3}$	Watts
litros	$3.531 \times 10^{-3}$	pies cúbicos
megawatt-días	$2.400 \times 10^6$	kilowatt-horas
megawatt-días	$8.189 \times 10^7$	Unidades térmicas británicas
metros	3.281	pies
metros cuadrados	$2.471 \times 10^{-4}$	acres
metros cuadrados	$1.076 \times 10^3$	pies cuadrados
metros cúbicos	$8.107 \times 10^{-4}$	acre-pies
metros cúbicos	$2.642 \times 10^3$	galones (E.U.A.)
metros cúbicos	$3.531 \times 10^3$	pies cúbicos
metros cúbicos/segundo	$1.585 \times 10^3$	galones/minuto
metros cúbicos/segundo	$2.119 \times 10^3$	pies cúbicos/minuto
Newtons	$2.248 \times 10^{-1}$	libras (fuerza)
pie	$3.048 \times 10^{-1}$	metros
pies cuadrados	$9.290 \times 10^{-2}$	metros cuadrados
pies cúbicos	$2.832 \times 10^2$	litros
pies cúbicos	$2.832 \times 10^{-2}$	metros cúbicos
pies de H <sub>2</sub> O (39.2°F)	$3.048 \times 10^2$	kilogramo/metro cuadrado
pies de H <sub>2</sub> O (39.2°F)	$4.335 \times 10^{-1}$	libras/pulgada cuadrada
pies/segundo	$3.048 \times 10^{-1}$	metros/segundo
pies cúbicos/minuto	$4.720 \times 10^{-4}$	metros cúbicos/segundo
pulgadas de H <sub>2</sub> O (39.2°F)	$2.491 \times 10^{-1}$	kilopascales
pulgadas de mercurio (32°F)	$3.342 \times 10^{-2}$	atmósferas
pulgadas de mercurio (32°F)	$3.453 \times 10^2$	kilogramos/metro cuadrado
pulgadas de mercurio (32°F)	3.386	kilopascales
pulgadas de mercurio (32°F)	$4.912 \times 10^{-1}$	libras/pulgada cuadrada

## **Glosario**

### **Acimut.**

Una de las coordenadas celestes para precisar la posición del sol, ángulo formado por la proyección horizontal del rayo solar y el meridiano del lugar o eje norte-sur (se mide desde el sur y puede tener valores de hasta 180 grados este u oeste).

### **Aislamiento térmico.**

Propiedad de un material de impedir la transmisión de calor, material que presenta una resistencia relativamente alta al paso del calor y que se emplea para disminuir el flujo de este, uso de material aislante (como poliuretano o fibra de vidrio) o de cámaras o burbujas de aire, que se integra a los materiales para la construcción o se adosa a estos en el caso de reconversión solar y que sirve para minimizar la pérdida o la ganancia solar.

### **Altura solar.**

Coordenada celeste para precisar la posición del sol en una hora y día determinados, ángulo formado por el rayo solar (visual hacia el sol) y el plano del horizonte.

### **Amortiguamiento térmico.**

Relación que existe entre la temperatura máxima interior de un espacio y la temperatura máxima exterior.

### **Arquitectura bioclimática.**

Arquitectura proyectada para funcionar de acuerdo con el clima y que proporciona a sus usuarios un bienestar natural, así como un respeto al balance ecológico que redunde en su beneficio. en ella, se pueden usar sistemas activos o pasivos.

### **Soleamiento.**

Horas de insolación en el transcurso del día. Tiempo que dura la insolación.

### **Barlovento.**

Zona de presión positiva que se forma en cara frontal al viento.

### **Calor.**

Forma de la energía que se transfiere en virtud de una diferencia de temperatura. Forma de energía manifestada por el grado de actividad molecular de la materia.

**Calor específico.**

Relación de la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una sustancia estándar (generalmente, agua). Cantidad de energía calorífica que requiere cada material para producir un cambio de unidad de temperatura por unidad de masa. Es una constante para cada material.