



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

**CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE
LA CONSTRUCCIÓN**

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA E HIDRÁULICA

MAESTRIA
EN INGENIERIA
Ambiental

**CRITERIOS DE ANÁLISIS PARA LA ELABORACIÓN DE
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN LA REGIÓN DE
AGUASCALIENTES MEXICO.**

TESISTA:

ARQ. JOSÉ ÁLVARO ROMERO ROMERO

ASESOR:

M.I. JOSÉ LUIS LÓPEZ LÓPEZ

Junio del 2009.



A BETTY QUE CON SU AMOR ME ALIENTA DÍA A DÍA A SEGUIR ADELANTE.

A DIEGO QUE SIEMPRE ESTARÁ EN MI CORAZÓN Y ES EL MOTOR DE TODOS MIS SUEÑOS.

A CESAR QUE CON SU EJEMPLO, ME ENSEÑO A CAMINAR POR EL BUEN CAMINO.

A BERENICE QUE ME AYUDA CON SUS CONSEJOS Y AMOR.

Aquello que se considera sagrado es tratado con respeto y desvelo. Nuestra morada en este planeta y los esfuerzos por salvaguardar y proteger el medio natural, necesitan verse imbuidos de la visión de lo sagrado.

Y para ello se requiere una comprensión distinta, más amplia y profunda, de la ciencia, la tecnología y la naturaleza.

Carl Sagan.

Dedico este trabajo a todos aquellos que deseen desandar por el camino equivocado de la arquitectura.

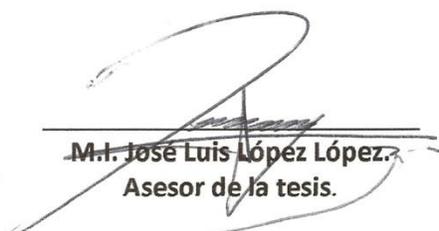
M.A. MARIO ANDRADE CERVANTES
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN.

Por este conducto me permito hacer de su conocimiento que el Arq. José Álvaro Romero Romero ha cumplido en fondo y forma con los requerimientos marcados por la reglamentación relativa a la realización de la tesis titulada **“CRITERIOS DE ANÁLISIS PARA LA ELABORACIÓN DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN LA REGIÓN DE AGUASCALIENTES MEXICO”**, trabajo que ha realizado el tesista para obtener el grado de Maestría en Ingeniería en al área de Ambiental.

Por lo anterior le solicitamos su autorización, para que el tesista pueda imprimir su trabajo y continuar con los procedimientos necesarios para la presentación de su examen de grado.

Atentamente:

Aguascalientes, Ags. A 29 de junio de 2009.



M.I. José Luis López López
Asesor de la tesis.



M.I. Carlos González García
Coordinador de la Maestría en Ingeniería Ambiental

CCP M.I. Luis Gilberto Zavala Peñaflor. **Jefe del Departamento de Geotecnia e Hidráulica**
CCP Arq. José Álvaro Romero Romero. **Tesista**
CCP Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



Centro de Ciencias del
Diseño y de la Construcción

Oficio No. DC-D-255-09

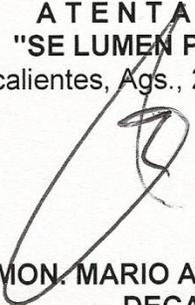
ARQ. JOSE ALVARO ROMERO ROMERO
P R E S E N T E.

Atendiendo a su comunicado con fecha 29 de junio del presente le comunico que no hay inconveniente en aprobar lo solicitado, a la vez debo recordarle que sin menoscabo a los artículos respectivos al proceso de titulación al grado de Maestría que nos indica el reglamento de Docencia de nuestra Institución.

Sin más por el momento me despido de Usted con un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags., 29 de Junio de 2009.


M. EN ADMON. MARIO ANDRADE CERVANTES
DECANO

c.c.p. M. en I. Luis Gilberto Zavala Peñaflores – Jefe del Depto. de Geotecnia e Hidráulica
c.c.p. M.I. José Luis López López – Asesor de la Tesis
c.c.p. M. en I. Carlos González García – Coordinador de la Maestría
c.c.p. Archivo

RESUMEN:

Este trabajo se puede dividir en dos partes: en la primera se propone un análisis integral de los elementos que intervienen en el diseño arquitectónico bioclimático; esto es, un diseño arquitectónico con criterios sustentables, que respete y se integre a la naturaleza y que cumpla con los lineamientos de un real desarrollo sostenible.

Se propone para ello, el análisis de varios aspectos: los físicos, los biorregionales y ecológicos, los de confort, los estéticos, los tecnológicos, y los socioeconómicos y culturales.

Su aplicación se ejemplifica a través de la propuesta de un proceso para el ordenamiento de criterios básicos a considerar, parámetros para el diseño en viviendas urbanas de clima seco, seco – templado y templado - súbhúmedo, un clima representativo de la región de Aguascalientes.

En la segunda parte de este trabajo se proponen criterios, fundamentalmente técnicos, para diseñar los sistemas ecológicos más adecuados para viviendas urbanas en la región.

Dichos sistemas ecológicos, denominados más precisamente eco técnicas, se podrán dividir en bioclimáticos, cuando coadyuvan al confort térmico (materiales y disposición arquitectónica, aleros, parte soles, invernaderos, fresqueras, *muros verdes*, etc.) y no bioclimáticos, cuando no intervienen en el confort térmico, pero contribuyen a la sustentabilidad (captación y almacenamiento de agua pluvial, calentamiento solar de agua y de estructuras, etc.).

Se procurará ilustrar todas ellas con gráficas, esquemas y fotografías; El presente trabajo de investigación se realiza para concientizar a la población, que estamos acabando con nuestra casa, que si no vemos hacia delante y aprovechamos la tecnología a favor de lo cotidiano el día de mañana este planeta nos reclamara de forma violenta, como ya lo está haciendo con algunos catástrofes naturales como son huracanes, ciclones, tornados sequías terremotos y demás; Tanto constructores como habitantes deben entender que la vivienda debe ser un lugar agradable y acogedor, donde las personas vivan y no sobrevivan.¹

Para poder realizar dicho estudio, debemos saber que es la arquitectura bioclimática; en primer lugar la Arquitectura es el único arte que trata de reproducir de una forma matemáticamente ordenada el ritmo perfecto de la naturaleza; tratando de crear espacios habitables, agradables y ordenados para la convivencia humana, tomando como modelo las formas naturales y reproduciéndolas conceptualmente para el hábitat y agrado del hombre y el termino Bioclimático es la capacidad que tiene la naturaleza en su entorno para dar las condiciones necesarias y optimas para la conservación y reproducción de cualquier forma de vida. Por lo tanto **ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA ES LA CAPACIDAD QUE TIENE EL SER HUMANO PARA TRANSFORMAR LOS ESPACIOS EN LUGARES HABITABLES Y EN DONDE EXISTA UN CONSUMO MINIMO O NULO DE ENBERGETICOS PARA EXISTENCIA CONFORTABLE DE SUS OCUPANTES.**

¹ Tercer encuentro de foros de proyectos exitosos en México que se celebraron en la ciudad de Aguascalientes en abril del 2007.

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	
INTRODUCCIÓN:	8
EL HOMBRE.	
1. Capítulo 1	10
1.1. El hombre, el hábitat, el medio y la energía.	
1.2. El método	
2. Capítulo 2	18
2.1. BIENESTAR TÉRMICO HUMANO.	
2.1.1. Que es y cómo se logra el confort térmico.	
2.1.2. El confort termohigrométrico.	
2.1.3. Adaptación al medio	
2.1.4. Producción de energía horaria	
2.1.5. El efecto o aislante de la ropa	
2.1.6. El confort térmico en interiores,	
3. Capítulo 3.	30
3.1. Vegetación y ambiente	
3.1.1. La vegetación y mejoramiento del ambiente natural	
3.1.2. La vegetación y aportación del bienestar al usuario del espacio	
3.1.3. Vegetación, arquitectura de paisaje y arquitectura bioclimática,	
3.1.4. Ambiente natural	
3.1.5. Mesoclima	
3.1.6. Diagnóstico paisajístico	
3.1.7. Tipo de espacio	
3.1.8. Factor humano	
3.1.9. Aspecto físico estético	
3.1.10. Requerimientos	
4. Capítulo 4.	43
4.1. Geometría Solar.	
4.1.1. Introducción	
4.1.2. El sol y la tierra. Movimientos característicos. Ruta aparente del sol y de la bóveda celeste	
4.1.3. Métodos para determinar la posición del sol y su efecto en las edificaciones con fines de diseño y evaluación	
4.1.4. Proyección ortogonal	
4.1.5. Proyección cilíndrica	
4.1.6. Proyección equidistante o polar	
4.1.7. Proyección estereográfica	
4.1.8. Proyección de ejes cartesianos	
4.1.9. Diagramas solares para aplicaciones en el diseño bioenergético.	
4.1.9.1. Cardiodes de asoleamiento	
4.1.9.2. Mascarilla de sombreado y control solar	
4.1.10. Diagramas cuantitativos de radiación solar	
4.1.11. Diagramas cuantitativos de la luz natural disponible.	
4.1.12. Métodos con modelos físicos tridimensionales de simulación:	
4.1.12.1. Proyección gnomónica (indicadores y relojes Solares)	
4.1.12.2. Heliodes y Termoheliodes	
4.1.12.3. Indicadores de obstrucciones	

4.1.13.	Métodos computacionales.	
4.1.14.	Métodos fotográficos en combinación con métodos gráficos	
4.1.15.	Utilización de métodos gráficos e indicadores Solares	
4.1.16.	Determinación practica del norte astronómico o verdadero.	
5.	Capítulo 5.	77
5.1.	Sistemas pasivos	
5.1.1.	Definición de sistemas pasivos	
5.1.2.	Enfriamiento pasivo	
5.1.3.	Calentamiento solar pasivo	
5.1.4.	Sistemas pasivos. Eficiencia y costo	
5.1.5.	Parámetros de energía solar pasiva	
5.1.6.	Masa térmica o asoleamiento térmico	
5.1.7.	Zonas cálidas húmedas	
5.1.8.	Son más cálidas secas	
5.1.9.	Zonas Frías	
5.1.10.	Sistemas pasivos para zonas templadas	
5.1.11.	Ubicación en el terreno	
5.1.12.	Conocimiento o y experiencia del arquitecto en sistemas pasivos	
6.	Capítulo 6.	94
6.1.	Arquitectura solar activa	
6.1.1.	Introducción	
6.1.2.	Clasificación de la arquitectura solar en pasiva y activa	
6.1.3.	Calentadores Solares	
6.1.3.1.	Características de los componentes de un colector solar plano. Cubiertas transparentes	
6.1.3.2.	Altura entre el tanque y el colector solar	
6.1.3.3.	Longitud de los tubos de conexión	
6.1.3.4.	Aislamiento.	
6.1.3.5.	Diámetro de tubería	
6.1.3.6.	Instalación del sistema	
6.1.3.7.	Inclinación y orientación del colector solar	
6.1.3.8.	Área del calentador solar	
6.1.3.9.	Aplicaciones domésticas e industriales	
6.1.3.10.	Aplicaciones recreativas	
6.1.4.	Sistema de almacenamiento o de energía térmica	
6.1.5.	Sistemas de climatización	
7.	Capítulo 7.	115
7.1.	Arquitectura y energía. Control térmico en edificaciones	
7.2.	Principios generales	
8.	Capítulo 8.	121
8.1.	Aplicaciones	
8.2.	Procedimiento para una primera aproximación, generación de cartillas de Diseño Arquitectónico Bioclimático (DAB).	
8.3.	Mapa de las regiones climatológicas de la República Mexicana.	
9.	Conclusiones finales.	126
10.	Glosario de términos.	127
11.	Bibliografía.	133

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN:

Los energéticos que normalmente hemos utilizado para usos domésticos, industriales, motrices, etc., todos ellos son producto de la naturaleza, en esta, se están agotando paulatinamente y en medida de que esto sucede el precio de los combustibles va en creciente aumento.

La economía del mundo está alrededor del petróleo y todos los países del orbe están afectados en razón de su producción o consumo, la ventaja de todo esto es que pronto se terminará este problema, pues el petróleo no tardara mucho en agotarse por completo, igual suerte correrá el gas natural, y así sucederá con otros combustibles de menor trascendencia como puede ser el carbón natural, y carbón de leña, etc.

Todos estos bienes de la naturaleza no tienen costo o en sí mismos, lo que tiene un alto costo es la intervención del hombre para su explotación, su transformación, y su consumo.

La energía nuclear también es un producto de la naturaleza, y ha necesitado de muchos siglos de ciencia para poder aprovecharse, unas veces con consecuencias trágicas como podrían ser las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki o el trágico accidente de la planta nuclear de Chernóbil, todo esto sin tomar el alto costo monetario que representa la investigación y la utilización de la tecnología necesaria para poder aprovechar dicha energía.

Afortunadamente no son las únicas fuentes de energía disponibles en la tierra, podemos aprovechar varios e invaluables elementos propios en la naturaleza para producir energía; algunos de estos son el agua, que aunque no en todas partes ni con la misma abundancia, debido al ingenio del hombre, es utilizada y seguirá utilizándose seguramente cada vez en forma más práctica para producir grandes cantidades de energía.

El sol otra fuente de energía el cual está obligado a salir puntualmente todos los días para darnos su calor, según épocas cronológicas y lugares geográficos, nos es tan familiar, tan normal que olvidamos que existe, lo bueno es que él “no se olvida que existimos” y ahí está dispuesto o a que aprovechemos toda la energía que siempre hemos desperdiciado.

El viento, siempre se encuentra presente en mayor o menor medida, y desde los tiempos inmemoriales el ser humano lo ha aprovechado para el transporte, más recientemente para la molienda de granos, y últimamente para la generación de energía eléctrica.

La energía y su transformación eficaz es el pilar del desarrollo económico mundial; sin embargo, se puede utilizar también para producir un mejor nivel y calidad de vida. La energía proveniente del sol, del viento, del agua y de la biomasa puede transformarse en energía térmica, mecánica y eléctrica, y de esa manera contribuir a la resolución de los problemas energéticos planteados tanto a nivel de comunidades rurales como de áreas urbanas.

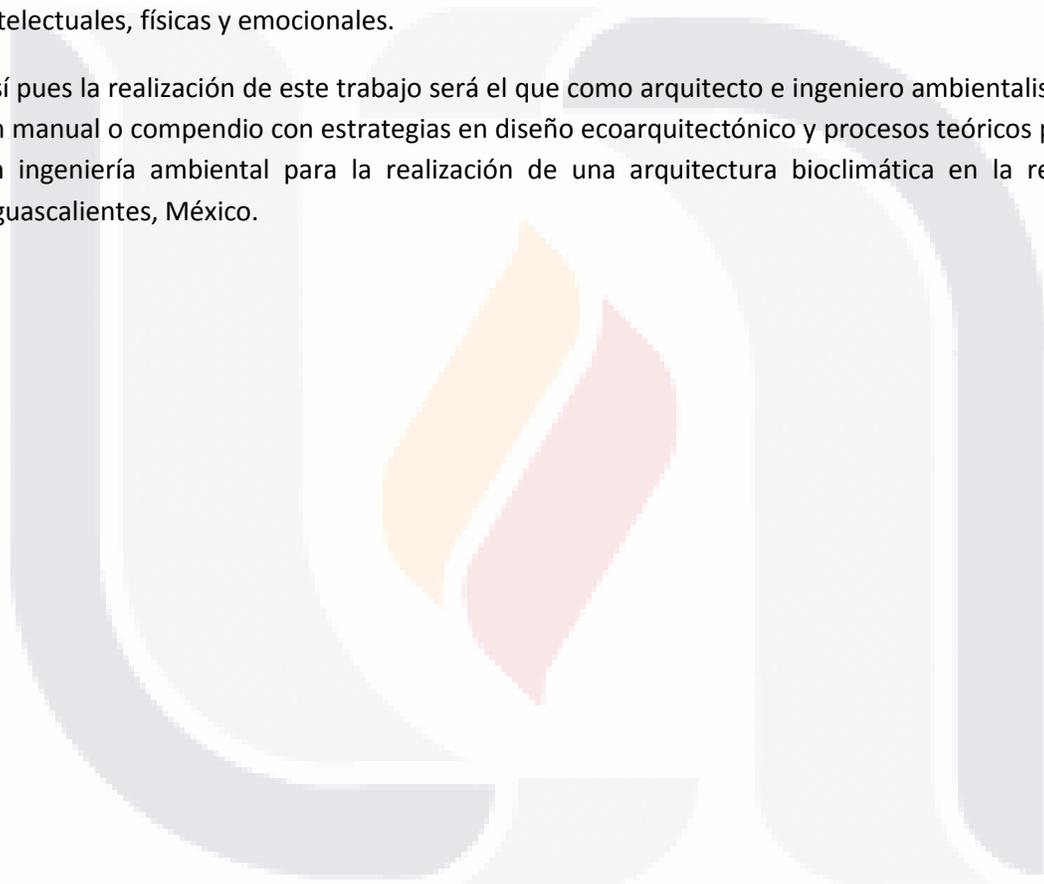
Entre los grandes consumidores de energía se encuentre el hábitat, el cual, lejos de obtener su uso eficiente, acumula o disipa la energía de acuerdo con su materia constructiva, su localización, su

orientación, su forma y tamaño y su contenido, es decir, el espacio limitado donde el hombre se protege del ambiente y desarrolla sus actividades principales.

Sin embargo, dicho espacio puede ser agresivo y provocan alteraciones en el comportamiento, sobre todo se generan altas temperaturas por los procesos de acumulación de calor o bajas por la protección excesiva.

El conocimiento y aplicación de las energías ambientales (sol, viento, agua y biomasa) permitirán contar con un diseño arquitectónico y de ingeniería más integral en armonía con el ambiente, donde el confort facilitará al arquitecto desarrollar, en las mejores condiciones, sus capacidades intelectuales, físicas y emocionales.

Así pues la realización de este trabajo será el que como arquitecto e ingeniero ambientalista hacer un manual o compendio con estrategias en diseño ecoarquitectónico y procesos teóricos prácticos en ingeniería ambiental para la realización de una arquitectura bioclimática en la región de Aguascalientes, México.



PARTE 1: EL HOMBRE.

CAPITULO 1:

EL HOMBRE, EL HÁBITAT, EL MEDIO Y LA ENERGÍA.

Existe una relación de interdependencia entre el hombre y su medio, por ello, cualquier transformación que tenga lugar en éste, implicará una relación del organismo para adecuarse.

El desarrollo actual de la ciencia y la tecnología, nos ha permitido ser conscientes y empezar a entender el deterioro existente en el intercambio de estas energías vitales y es paradójicamente el mal uso de la ciencia y la tecnología una de las causas de este deterioro.

Podemos imaginar ahora, que nuestro planeta, no es un basurero indiscriminado, permanente e ilimitado desechos, y tampoco es una fuente inagotable de recursos. Ahora sabemos que posee una vocación específica para usos específicos, sabemos que la base energética en que sustentamos nuestra civilización es finita y aún ignoramos otras fuentes potenciales de energía vital.

En este contexto, la arquitectura integra una esfera, a manera de extensión del cuerpo humano que permite interactuar al hombre en una forma compleja e integral y esto lo induce a tener un medio ambiente totalmente artificial y estable. Este proceso de ambientación artificial se basa en los desarrollos industriales y tecnológicos, sustentados en el aprovechamiento de los energéticos convencionales, como son los combustibles fósiles o en consumos excesivos y permanentes de energía "artificial".

Lo que se pretende establecer implica el cambio de actitudes en el proceso de diseño para lograr la consideración de los elementos ambientales. Debe trascenderse la simple idea de modificar "por ser". La obra arquitectónica se debe concebir como un proceso de integración del hombre con su ambiente, constituyendo el hábitat. Entre los elementos que dieron origen y que permiten la vida en el planeta, es de primordial consideración todas las manifestaciones de "energía natural". Pretendo dar un panorama en el diseño con el cual se busca aprovechar las energías suaves y descentralizadas que se pueden tomar de la misma naturaleza, permitiendo que estos diseños "vivan con los ritmos de la naturaleza".

Algunos de los elementos que podemos aprovechar para la captación y/o transformación de energía son:

La energía solar.

- Las trayectorias Solares.
- La energía eólica.
- Los procesos físicos de la transferencia de calor.
- La consideración de los elementos factores el clima.
- La vegetación, etc.

A su vez los instrumentos o recursos para lograr el aprovechamiento de los elementos del medio son:

- Los materiales y procesos constructivos.
- Los dispositivos de control solar.
- Su Las orientaciones, la ubicación de espacios, etc.

- Los volúmenes espaciales.
- Los órdenes de volúmenes y superficies.
- El control del flujo del aire.
- Los cuerpos de agua.
- Los dispositivos de captación, transformación y almacenamiento de energía natural, etc.

Desde luego, todo son susceptibles de manejo e interpretación tanto por el ingeniero como por el arquitecto; además, todos ellos se deben contemplar bajo la perspectiva de las necesidades humanas y en el término de las relaciones del hombre con su propia medio ambiente.

En base a esto el hombre con su relación con el medio, contemplado a través del diseño integra tres áreas fundamentales:

- **El área física** que establece la relación básica del hombre con su medio y permite su existencia.
- **El área psicológica** la cual establece una relación con el medio percibida a través de los sentidos. Ésta le permite al hombre estar consciente de su existencia y significado.
- **El área sociocultural** la cual puede conformar una identidad individual y del grupo social, que a su vez se constituye en el hábitat único.

Los temas a desarrollar en este trabajo son los siguientes:

- Antecedentes arquitectónicos.
- Confort.
- Climatología.
- Vegetación.
- Geometría solar.
- Sistemas pasivos.
- Sistemas activos.
- Balance térmico.

EL MÉTODO:

ANTECEDENTES ARQUITECTÓNICOS:

El objetivo es conocer las características de la arquitectura propia de cada localidad y región en donde se pretende hacer el estudio detectando “tipologías” que permitan establecer un criterio para evitar la destrucción o el deterioro del medio ambiente cultural significativo.

Investigación: habrá que buscar y detectar aquellos valores esenciales² que constituyen las tipologías específicas y características que se pudiese presentar como conclusiones para adecuarse a ellas. Esto lo podemos realizar según la problemática, cada diseñador en tres niveles básicos:

- a) Regional, en el que se consideren los aspectos tipológicos y puede abarcar toda la población.

² Al hablar de los valores esenciales, se intenta separarlos de aquello que pueda ser sólo una copia formal de la arquitectura del pasado y como se presume, de tomar una actitud mucho más crítica, que relacionen las expresiones y conceptos permitiendo ser trasladados y hacerlos vigentes en arquitectura contemporánea.

- b) Local, en el cual se determinen áreas más definidas tipológicamente, como un barrio o una colonia.
- c) Puntuales, en este se deben especificar las relaciones espaciales directas del sitio donde se desarrolle el proyecto, como la calle misma elementos más próximos.

- Los conceptos de revisión espacial son los siguientes:

- Construcción enterrada.
- Construcción elevada.
- Áreas y niveles diferenciados.
- Organización por zonas funcionales.
- Esquema de patio.
- Cuarto redondo.
- Construcción longitudinal.
- Construcción compacta.
- Construcción dispersa.
- Construcción terraseada.
- Etc.

- La morfología de la construcción es la siguiente:

- La relación entre macizos y vanos.
- La relación formal - funcional.
- Los elementos constructivos y su forma.
- Los elementos expresivos.
- La morfología urbana consta de dos.
- Traza urbana.
- Tipos de siembra de edificaciones y su lotificación.
- Imagen urbana tipológica.
- Orientaciones predominantes.

- La influencia del clima en la arquitectura:

- Analizar la influencia del clima en la arquitectura de la región como valor tipológico.

- Materiales y sistemas constructivos:

- La expresión y el significado que ambos producen en la arquitectura de la región.

- La problemática ambiental:

- Deterioro del paisaje.
- Contaminación.
- Emigración e inmigración y sus causas.
- Ruido, polvos y olores.
- Falta de servicios.
- Eliminación de áreas verdes.
- Disminución de la calidad de vida.
- Dominio vehicular.
- Deshumanización.
- La falta de la escala humana.

- Descuido General del clima en la arquitectura.
- Microclimas adversos resultado de la acción humana.
- Sobre gasto energético.
- Etc.

- El aprovechamiento de ambientes naturales y artificiales:
 - Vistas.
 - Áreas verdes.
 - Cuerpos de agua.
 - Creación de espacios de:
 - Tranquilidad y privacidad.
 - Convivencia social.

- Influencia del medio físico en la forma de ser del hombre:
 - Forma y calidad de vida.
 - Actividad de expresión espacial.
 - Estrés.³

Proceso de la información climatológica en los diagramas de confort:

Revisará el diagrama bioclimático de Olgay, (interiores) ya que en este diagrama se deberán relacionar los valores de los promedios horarios de temperatura de bulbo seco y húmeda relativa obtenidos en el proceso de información climatológica para los meses más cálidos y los meses más fríos.

Se revisará el diagrama Psicrométrico de Givoni, (exteriores) al igual que en el diagrama anterior en éste se deben de relacionar los valores de los promedios horarios de temperatura del bulbo seco y humedad a relativa obtenidos en el proceso de información climatológica, para los meses más cálidos y los meses más fríos.

Al analizar y concluir los estudios de los diagramas de confort se deberá llegar a las siguientes conclusiones:

Diagnosticar aquellos factores adversos del clima en los exteriores de la edificación con relación a la suma de confort y sus posibles soluciones (diagrama bioclimático).

Indicar las estrategias de diseño básicas para exteriores e interiores que propicien y creen un microclima adecuado de confort, usando preferentemente energías pasivas (diagrama psicrométrico).

El proceso de la información climatológica tiene como resultado el obtener gráficas en las que se permita distinguir fácilmente las peculiaridades clima de lugar, dichas características climatológicas son evaluadas en función de los parámetros de confort del ser humano para con ello detectar condiciones adversas o benéficas del clima.

Se deberán elaborar las siguientes gráficas para un manejo adecuado de la información:

³ (Al analizar y concluir este estudio podremos determinar los valores tipológicos deban trascender en arquitectura contemporánea).

- Tabla cobraría anual de temperatura del bulbo seco.
- Tabla horaria anual de humedad relativa.
- Gráficas horarias mensuales de temperaturas del bulbo seco y humedad relativa, de los meses más calientes y más fríos.
- Tabla anual de lluvia.
- Gráficas horarias mensuales de nubosidad (Servicio Metereológico Nacional).
- Grafica cerrar es mensuales de vientos dominantes (Servicio Metereológico Nacional).
- Proyecciones estereográficas de la trayectoria del sol para la lentitud de la localidad en estudio, que en este caso será de la ciudad de Aguascalientes, con los datos cromáticos de la tabla horaria anual de temperatura de bulbo seco.

Una grafica para cada 6 meses en periodo diurno y nocturno según sea el caso.

Haciendo un análisis del estudio de la información climatológica procesada, se llegará al siguiente resultado:

Es posible advertir y enumerar las características adversas o benéficas del clima de cada localidad al ser comparadas con el parámetro humano.

En el estudio de cada parámetro climatológico se pueden establecer con absoluta claridad, los patrones de comportamiento de cada uno de ellos (si es que existen o son encontrados) y de esta forma obtener una visión precisa del clima; además, a partir del conocimiento antes mencionado, sugerir o proponer las características que debiera tener el espacio arquitectónico.

Las propuestas derivadas del estudio del clima, deberán de resumirse en **patrones de diseño** los cuales son conceptos presentados perfectamente en croquis y planos basados en el estudio y de la técnica y que permitan, al ser incorporados en el proceso de diseño, controlar, aprovechar, transformar, rechazar, emitir o almacenar, las manifestaciones de energía que se presenten por medio de la naturaleza.

En cuanto a la vegetación, el objetivo de vincular la vegetación con arquitectura es conocer y aprovechar los beneficios derivados del empleo de la vegetación en el diseño de espacios arquitectónicos, así como sus efectos en el meso clima y microclima.

- Habremos que recopilar información acerca de las características de las especies vegetales nativas o deposiciones producción en el sitio.
- Detectar los beneficios derivados del empleo de la vegetación en el interior y exterior de las construcciones que permitan controlar directamente el microclima local.

El análisis de la vegetación permite evitar la utilización de especies no aptas al sitio del proyecto, que muchas veces tienen lugar por desconocimiento de sus características o de su desarrollo. Es necesario notar, su tamaño físico, el tamaño de sus raíces, su color, su flor y fruto, necesidades de riesgo, y podas, tipo de suelo, distancia entre siembras, su duración, el tipo de hoja (caduca operen), etc.

Habrá que conocer las trayectorias Solares en su movimiento o aparente en la bóveda celeste, representadas en un plano de proyección geométrica, a fin de controlar el a soleamiento de los

diversos parámetros que constituyen una edificación; a su vez, esto posibilitará diseñar adecuadamente el espacio al respecto de insolaciones, los natural, control térmico y manifestaciones estéticas derivadas del control de luz y sombras.

Para esto se investiga las coordenadas geométricas de la localidad en estudio y especialmente para geometría solar es necesario conocer la latitud.

Para una adecuada climatización del espacio podremos utilizar los sistemas de acondicionamiento, estos pueden ser pasivos o activos e híbridos, el objetivo es conocer los principios físicos y las técnicas en que se basan dichos sistemas, para emplearlos de manera eficaz, los cuales deben integrarse desde la concepción mismo del diseño arquitectónico, a fin de lograr una adecuada relación de la arquitectura al medio. En los sistemas hay que investigar su clasificación, de acuerdo con su control y efecto sobre los procesos de transferencia de calor:

- Radiación.
- Conducción.
- Convección.
- Evaporación.

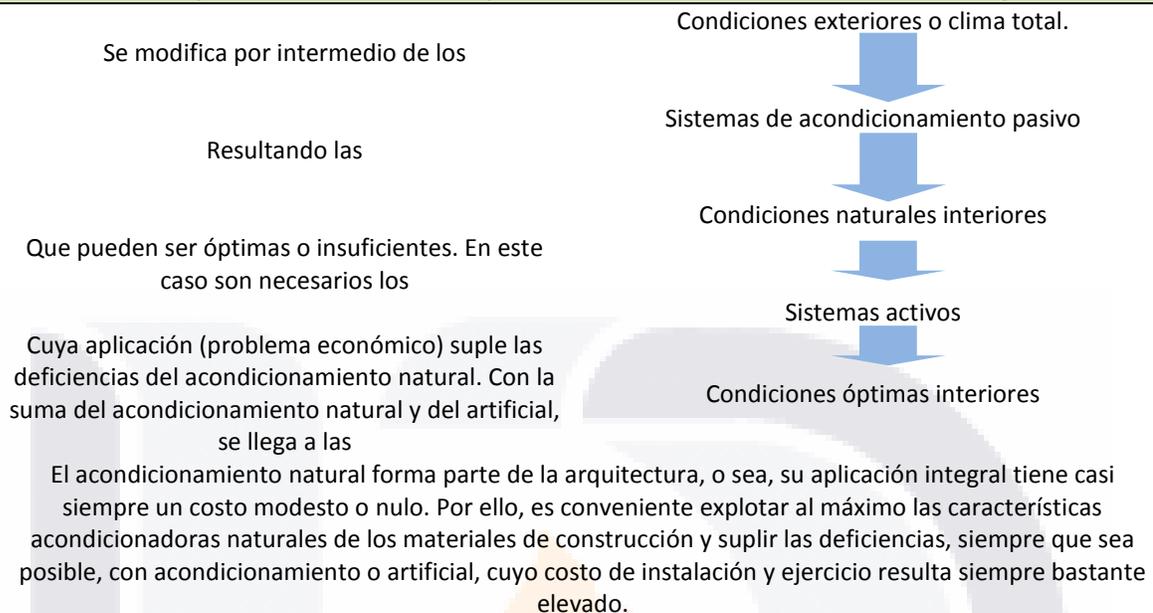
Hay que seleccionar adecuadamente aquellos sistemas pasivos útiles al confort del ambiente y la no agresión al medio, de acuerdo con sus efectos sobre los procesos de la transferencia de calor y no como sucede frecuentemente por su imagen física, es común observar en ambientes cálidos hubo en lugares orientados incorrectamente, invernaderos sobrecalentados en edificaciones que emitan sólo la solución formal.

En los sistemas activos e híbridos, se investigara para conocer los sistemas de acuerdo no sólo con su control y efecto sobre los fenómenos de captación, transporte, almacenamiento, distribución y emisión de energía sino también con la fuente energética que los opera.

Seleccionaremos aquellos sistemas activos útiles al control del ambiente y no a la agresión del medio, de acuerdo con sus efectos, que complementen a las aplicaciones que en un proyecto se hayan hecho de los sistemas pasivos, siempre en este orden, de tal modo que se racionalice la utilización de los sistemas, lo que redundará necesariamente en beneficios de carácter económico, es decir para el empleo eficaz de sistemas pasivos y activos, se deberán seguir el siguiente criterio.

Es necesario conocer y emplear eficazmente las propiedades físicas de los materiales constructivos en relación con el control de la transferencia de calor en las edificaciones, para así lograr un efectivo Balance Térmico, para ello lo podemos resumir en la siguiente tabla:

Se puede decir que el acondicionamiento o artificial completa al natural. Enseguida se aclaran la función y los límites de ambos tipos de acondicionamiento con el listado siguiente:



*Tabla 1) **Tabla de acondicionamiento natural y arquitectura.***
(Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

Para poder generar un adecuado diseño, es conveniente tener en cuenta los aspectos que conciernen a los niveles físicoespaciales en que diseña. Para su correcta utilización, cabe plantear una serie de preguntas:

- a) ¿cómo afecta el parámetro en el nivel mesoclimático a....?
 - i. Estructuras urbanas.
 1. Tipologías
 2. Morfología
 - Disposición y características de espacios abiertos.
 - Disposición de edificaciones.
 - Disposición de actividades.
 3. Orientación y ubicaciones de calles, espacios públicos y edificaciones.
 4. Zonificaciones y uso de suelo.
 - ii. Empleo de vegetación.
 - iii. El empleo de cuerpos de agua.
- b) ¿cómo afecta el parámetro en el nivel microclimático a.....?
 - i. Concepto de organización espacial.
 - ii. Órdenes del volumen / superficie.
 - iii. Orientaciones.
 - iv. Disposición de la edificación en el terreno.
 - v. Forma del espacio y sus componentes.
 - vi. Disposición y forma de aberturas.
 - vii. Materiales.

- Su capacidad de absorción (color y textura).
 - Su capacidad de transmisión.
 - Su emisividad.
 - Su factor de reflexión (albedo).
 - Coeficientes de conductividad térmica.
- viii. Sistemas constructivos.
- Para aislar...
 - Para transmitir.
 - Para amortiguar.
 - Para retrasar.
 - Para almacenar.
- ix. Aplicación de sistemas pasivos. En función de energía que los opere, se deberá plantear lo siguiente:
- Captación.
 - Almacenamiento.
 - Transporte.
 - Amortiguación.
 - Retraso.
 - Reflexión.
 - Emisión.
 - Transformación.
- x. Aplicación de sistemas activos.
- Captación.
 - Almacenamiento.
 - Transporte.
 - Amortiguación.
 - Retraso.
 - Reflexión.
 - Emisión.
 - Transformación
- xi. Aplicación de sistemas híbridos.
- xii. Distribución interior.
- xiii. Forma de limitantes entre espacio interior y espacio exterior.
- xiv. Actividades.
- xv. Detalles constructivos.
- xvi. Empleo de vegetación.
- xvii. Empleo de cuerpos de agua.

Podemos concluir este apartado que ante el objetivo de lograr una integración completa del hombre a su entorno mediante la concepción de la arquitectura, la selección y propuesta de patrones de diseño óptimos, sólo se podrán lograr sí se consideran los aspectos fundamentales de la concepción a arquitectónica para formar un ambiente integral, propio y humano. Sólo así se evaluará justamente la proximidad con la naturaleza y sólo así se podrán definir, entender y, por tanto, buscar las diferencias esenciales de las expresiones y significados de cada arquitectura.

Capítulo 2.

BIENESTAR TÉRMICO HUMANO.

¿QUÉ ES Y CÓMO SE LOGRA EL BIENESTAR TÉRMICO?

Bienestar térmico se puede definir como el equilibrio térmico que logra el cuerpo humano en un ambiente dado, y que le permite desarrollar, sin dificultad ni molestia, cualquier actividad física o mental.

El cuerpo humano, al realizar sus funciones vitales, produce calor y lo lleva a todo el organismo por medio de la sangre, ésta le permite tener una temperatura interna estable de 37 °C. Cuando la temperatura del medio donde se encuentra le produce una sensación de calor o frescura en mayor o menor grado, cuerpo es capaz de adaptarse a estas variaciones, mediante intercambios energéticos en los que los mecanismos fisiológicos involuntarios regulan el grado de disipación de calor.⁴ Estas reacciones la permiten recuperar el balance térmico en el medio que la rodea.

El cuerpo humano pierde calor constantemente al evaporar agua por medio de la respiración y la transpiración. Esta forma de perder calor se incrementa cuando el entorno le produce un sobrecalentamiento; además, disipa calor para enfriarse al tratar de mantener estable una temperatura que le facilite desarrollar sus actividades con un mínimo esfuerzo. La humedad del aire determina la cantidad de calor que se pierde por evaporación; si la humedad del aire es baja, se experimenta sequedad en la piel, labios y membranas mucosas de la boca y garganta; pero si la humedad es alta, la respiración y la evaporación se dificultan, además de provocar malestar al permanecer el sudor en la piel y al no poder eliminar el calor acumulado. El sobrecalentamiento provocado por el medio propicia la deshidratación del organismo.

El ambiente frío, la producción metabólica de calor puede ser insuficiente para estabilizar la temperatura del cuerpo, por lo que se reduce el flujo sanguíneo por la piel para evitar la pérdida de calor y mantener calientes a los órganos vitales; de ser necesario, un escalofrío activará los músculos y producirá calor.

Esta producción de calor es limitada, por lo cual se debe evitar que el cuerpo pierda calor. Esto se logra con el vestido o con el refugio que le brinda un espacio arquitectónico, al permitirle aislarse en un microclima más apropiado para su subsistencia.

Es así como los efectos combinados del metabolismo, los mecanismos fisiológicos involuntarios, la elección del vestido y la adaptación del hábitat facilitan al ser humano adecuar a sus condiciones de bienestar un ambiente que le es hostil. Esta singular capacidad de adaptación hace al hombre trascender y ser el único ente vivo que construye y modela su hábitat de acuerdo con las necesidades y con los recursos que el propio medio le otorga, configurando diversas formas de vida al conquistar distintas latitudes según su particular forma de entender la naturaleza.

El proceso del quehacer arquitectónico, en los últimos años, con el advenimiento de nuevas tecnologías y la utilización generalizada de los sistemas de aire acondicionado, el hombre se ha preocupado más por establecer símbolos, dar significados a sus obras y satisfacer sus necesidades estéticas, que por adecuarse al medio. Esto le ha provocado perder en gran medida a la capacidad para construir espacios arquitectónicos que cumplan con los requerimientos de bienestar térmico

⁴ Metabolismo basal: producción de calor del cuerpo humano en reposo.

de forma natural, con un derroche de recursos energéticos y la consecuente degradación del medio.

La capacidad que tiene el hombre de modificar su hábitat la emplea en ocasiones sin conocimiento real del efecto que se provocada asimismo y al medio, al degradar su ambiente y al no permitir que su cuerpo se adapte a las condiciones del clima, como cuando se pasa de un ambiente controlado a uno natural o viceversa. Con ello, pierde capacidad de respuesta para adaptarse a las condiciones del clima exterior; lo que debiera propiciar la integración de hombre y su morada al clima.

Por estas razones es necesario e imprescindible dominar una técnica que permita diseñar espacios arquitectónicos en los cuales se considere al clima, conocer la forma en que reacciona el cuerpo humano a las variaciones de temperatura y humedad, al efecto del paso del viento, a las ganancias Solares, etc.; Así como las condiciones en que se logra el equilibrio con los cambios que la naturaleza le impone.

**El confort termohigrométrico:
(Elementos del clima y del microclima)**

“El bienestar termohigrométrico se establece con los intercambios energéticos que se llevan a cabo en el cuerpo humano (Héctor Ferreiro, 1991.)”. Es el balance dinámico de la temperatura y humedad que logra el cuerpo en un ambiente dado. Tal ambiente le provoca pérdidas o ganancias de calor, mediante los procesos de convección, conducción, evaporación y radiación. (Ver sig. Figura).

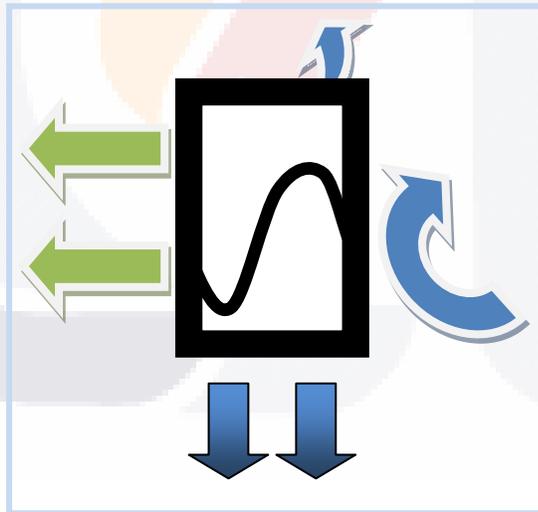


Figura 1) **Esquema de pérdidas y ganancias.** (Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

De todo lo anterior podemos concluir que el equilibrio térmico dinámico se establece con la producción de calor del cuerpo, el cual depende de la actividad, la edad, el peso, el sexo, la raza, la aclimatación, la dieta, etc., y de las pérdidas o ganancias de calor que le provoca el medio. Dicho equilibrio se logra en presencia de elementos y factores diversos, como la temperatura del aire, la temperatura de las superficies cercanas (temperatura media radiante), la producción de calor del

hombre, el efecto aislante de la ropa, etc., Que al combinarse deben propiciar condiciones de bienestar. Es así como se establece la siguiente nomenclatura:

- **TBS = temperatura del bulbo seco (°C).**
- **HR = humedad relativa (%).**
- **RS = radiación solar (W/M2).**
- **TMR = temperatura media radiante (°C).**
- **MET = producción de calor del cuerpo humano (vatios).**
- **CLO = efecto o aislante de la ropa (°C m2/W).**
- **VA = velocidad del aire (m/s).**

El vestido y el movimiento del aire desempeñan un papel muy importante en el equilibrio de la temperatura y la humedad de la piel, por el efecto o aislante de la ropa el refrescante del paso del viento, que arrastra el aire caliente acumulado y humedad desprendida por el cuerpo.

Cuando el cuerpo se encuentra en equilibrio térmico, la persona no puede reconocer las condiciones del medio, ni sufre frío ni calor, lo cual le permite desarrollar sin molestia alguna, cualquier actividad.

El equilibrio térmico dinámico se puede ejemplificar con la siguiente expresión matemática (Héctor Ferreiro, 1991.):

$$M + Cd + Cv + R - E = 0$$

En donde:

- M = es la producción de calor, producto del actividad.**
- Cd = es la conducción.**
- Cv = es la convección.**
- R = es la radiación.**
- E = es la evaporación.**

De esta manera, con el manejo correcto de los procesos de transferencia térmica, se debe planear la envoltura y estructura del espacio arquitectónico como una segunda piel que proporcione y conserve los niveles adecuados de temperatura y humedad del espacio, propios de la actividad humana, a la vez que permita renovar el aire necesario para lograr un ambiente sano.

Adaptación al clima:

El cuerpo humano alcanza el estado de equilibrio en diversas relaciones de temperatura y humedad, con limitantes diferentes, los cuales se logran gracias a los cambios fisiológicos que sufre el cuerpo por el medio⁵. Dicha adaptación se logra por la permanencia, la modificación del hábitat, la actividad, la edad, el sexo, la raza, la dieta, el vestido, etc.

Los límites que se logran por adaptación permiten al sistema termorregulador estabilizar la temperatura del cuerpo con un mínimo de esfuerzo en condiciones diversas, las cuales se definen de acuerdo con el tipo de clima.

⁵ Metabolismo: cambios fisiológicos entre el organismo tipo y el medio.

Tipo de clima	Temperatura °C	Media	Humedad (%)
Frío extremo	De 11 a 16	13.5	De 15 a 40
Frio	De 14 a 19	16.5	De 15 a 50
Templado frio	De 17 a 22	19.5	De 20 a 60
Templado	De 20 a 25	22.5	De 30 a 70
Semicálido	De 23 a 28	25.5	De 20 a 60
Calido	De 26 a 31	28.5	De 15 a 50
Calido extremo	De 29 a 34	31.5	De 15 a 40

Tabla 2) **Tabla de temperaturas de equilibrios para climas diversos.**
(Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

El cuerpo humano tiene la capacidad para soportar temperaturas mayores o menores que las referidas como temperaturas de equilibrio; sin embargo, esto no significa que se halle en condiciones de bienestar o equilibrio térmico; por tanto, en las edificaciones que se diseñen se tratará de obtener la temperatura media de equilibrio de acuerdo con el clima, de modo que se logre mayor estabilidad con el exterior y se viva con los ritmos de la naturaleza.

Aparentemente, las temperaturas referidas en las líneas anteriores no son admisibles para el equilibrio y bienestar térmico humano; aquí intervienen otros factores de importancia, como son la temperatura de las superficies cercanas (TMR), las cuales aportan ganancias o pérdidas de calor al hombre, por ejemplo:

“En los espacios arquitectónicos con un clima frío en el cual se pueda tener una temperatura del aire de 15 °C, sí se eleva la temperatura de los muros y techos arriba de los 21 °C, la sensación será agradable. No sucederá lo mismo si las temperaturas se invierten como sigue: la del aire a 21 °C y la de los muros y techos a 15 °C; esto provocará una sensación de frío y, por tanto, será desagradable. Aquí el aprovechamiento o de la energía solar es fundamental al permitir el calentar los espacios arquitectónicos en invierno y hacerlos cálidos y sombreados en verano para que sean frescos. Este es un principio básico en el proceso del diseño arquitectónico (Héctor Ferreiro, 1991.)”.

Producción energética horaria según la actividad. MET:

El MET es la unidad de medida del índice metabólico relativa de calor total que genera un hombre en una hora al desarrollar una actividad sedentaria (sentado descansando), que está en función de 58.15 watts por cada m². De superficie del cuerpo.

Sí se considera en 1.8m² la superficie promedio del cuerpo de un individuo de complejión media (80 kg). Se establecerán lo siguiente:

$$1.8 \text{ m}^2 \times 58.15 \text{ vatios/m}^2 = 104.67 \text{ vatios} = 1 \text{ MET.}$$

Una persona de talla media (80 Kg.) Puede generar en una hora, en condiciones de reposo (sueño), de 70 a 72 W (equivalentes a 0.7 MET) hasta 700 W lo 6.7 MET) con una actividad física vigorosa como podría ser el andar en bicicleta o ver la siguiente tabla.

Actividad	Unidad MET	Watts
<i>Dormido</i>	0.7	De 70 a 72
<i>Sentado</i>		
a. Sin moverse	1.0	De 104 a 105
b. Con movimiento moderado	De 1.0 a 1.5	De 104 a 163
c. Con movimientos pesados	De 1.8 a 2.2	De 192 a 232
<i>De pie</i>		
<i>Trabajo ligero:</i>		
a. Con brazos	De 1.5 a 1.8	De 163 a 192
b. Dando algunos pasos	De 1.8 a 2.1	De 192 a 221
<i>Trabajo moderado:</i>		
a. dando algunos pasos	De 2.1 a 2.8	De 221 a 290
b. Caminando, levantando o empujando sin gran esfuerzo	De 2.8 a 3.9	De 290 a 407
<i>Trabajo pesado:</i>		
a. En forma discontinua	De 4.2 a 5.6	De 436 a 582
b. En forma continua	De 5.6 a 6.7	De 582 a 700

Tabla 3) **Tabla de producción de energía metabólica para diversas actividades.**
(Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

Efecto aislante de la ropa CLO:

Se ha mencionado el papel tan importante que desempeña el efecto o aislante de la ropa en el control de temperatura y humedad de la piel, las cuales dependen de las propiedades físicas de la tela o del material con que se confeccionan dichas prendas, y de qué tan ajustadas se encuentran al cuerpo, ya que forman una barrera para el intercambio energético entre el cuerpo y el ambiente (Héctor Ferreiro, 1991.).

Cabe hacer notar que el tipo de ropa cambia de acuerdo con su uso, el cual depende de la actividad, la edad, el sexo, la hora del día, el clima y la moda predominante (Héctor Ferreiro, 1991.).

La unidad de resistencia térmica CLO equivale a:

$$1 \text{ CLO} = 0.16^\circ\text{C} \times \text{m}^2/\text{W}$$

Tipo de vestido	Unidades CLO
Desnudo	0.0
Pantalones cortos	0.1
Ropa tropical ordinaria	0.3
Ropa ligera de verano	0.5
Traje típico de negocios	1.0
Traje grueso con chaleco de ropa interior de lana	1.5

Tabla 4) **Tabla de valores de unidades CLO CIBIS Guide (1970).** Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

Las sensaciones de frío o calor, humedad o sequedad en la piel se deben controlar con un adecuado diseño del espacio, con el correcto aprovechamiento o de las trayectorias Solares y las

corrientes de viento, con el empleo adecuado de volúmenes de aire y de los materiales de construcción y, sobre todo, con una conciencia de respeto a hombre como el medio natural.

BIENESTAR TÉRMICO EN INTERIORES:

Para lograr un adecuado diseño del espacio arquitectónico, se debe desarrollar primero un inventario de parámetros climatológicos útiles, a fin de establecer con la mayor precisión posible las características atmosféricas de lugar donde se pretenda ubicar la edificación.

El conocimiento preciso de las variaciones de temperatura y humedad del aire, dirección e intensidad del viento y las zonas de sol disponibles, facilitan la toma de decisiones al proponer diseños que cumplirán los requerimientos que el propio clima impone. De esta manera, se podrán definir las características del edificación y, si es necesario determinar el permitir o rechazar el rayo de sol, el paso del viento y el empleo de determinados materiales de construcción, los cuales se establecen de acuerdo con las exigencias de almacenamiento de calor o de enfriamiento de la construcción.

Con el estudio de las relaciones de temperatura y humedad en las que el cuerpo humano logra el equilibrio termohigrométrico, se pueden diseñar modelos que permitan el relacionar estas condiciones de bienes con las características atmosféricas exteriores; de ese modo, se han de proponer estrategias que proporcionen el restablecimiento de las condiciones de bienestar en diversas situaciones climáticas.

Método de OLGAY: El diagrama Bioclimático diseñado por los Hermanos Olgay, pioneros al conocimiento del bienestar térmico, establece las condiciones de bienestar térmico humano en una zona referida a la temperatura del aire en grados centígrados (TBS) y a la humedad a relativa en porcentaje (HR). Dicha zona se relaciona con ambientes distintos que se provocan en diversas combinaciones de temperatura y humedad (sofocantes, húmedos, secos, etc.) (Ver figura de diagrama de Olgay). En su diagrama, los Hermanos Olgay proponen estrategias que se deben satisfacer para restablecer las condiciones de bienestar y determinar la velocidad del aire para recuperar las condiciones de bienestar, así como gramos de agua por kilo de aire seco, potencias de radiación solar por hora, temperaturas medias radiantes de superficies cercanas, una temperatura límite para proporcionar el ocultamiento del rayo solar, los límites de tolerancia para ciertas actividades, proponiendo resistencias necesarias, proporcionadas por el aislante térmico de la ropa (CLO) (ver siguiente figura de diagrama de Olgay).

El diagrama Bioclimático de los Hermanos Olgay permite analizar de mejor manera los requerimientos en climas en los cuales las diferencias de temperaturas del día y la noche, en el interior y el exterior de un edificio, no son muy grandes (climas cálido-húmedos), y se consideran de esta manera por el alto contenido de agua en el aire que retiene el calor del ambiente. En este tipo de climas, la ventilación es fundamental durante el día para disipar el calor.

La aportación del método de los Hermanos Olgay se establece con el hecho de relacionar ambientes exteriores con los requerimientos de bienestar, en los que se terminan las correcciones necesarias para lograr un ambiente interior adecuado, y se da pauta a posteriores estudios que permiten profundizar en el conocimiento o del índice de bienestar térmico.

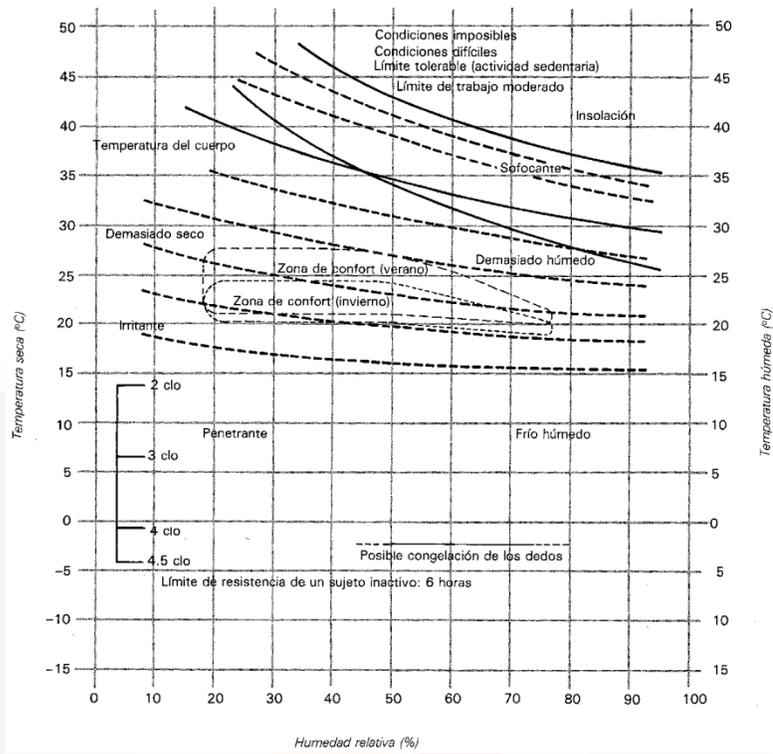


Imagen 2) **Gráfica de la zona de confort según Olgay. Calificación de los ambientes fuera de la zona y efecto o de los ambientes no confortables para el cuerpo. Resistencia térmica proporcionada por la vestimenta (en unidades CLO) y límites de las condiciones de calor en función de la actividad.** Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

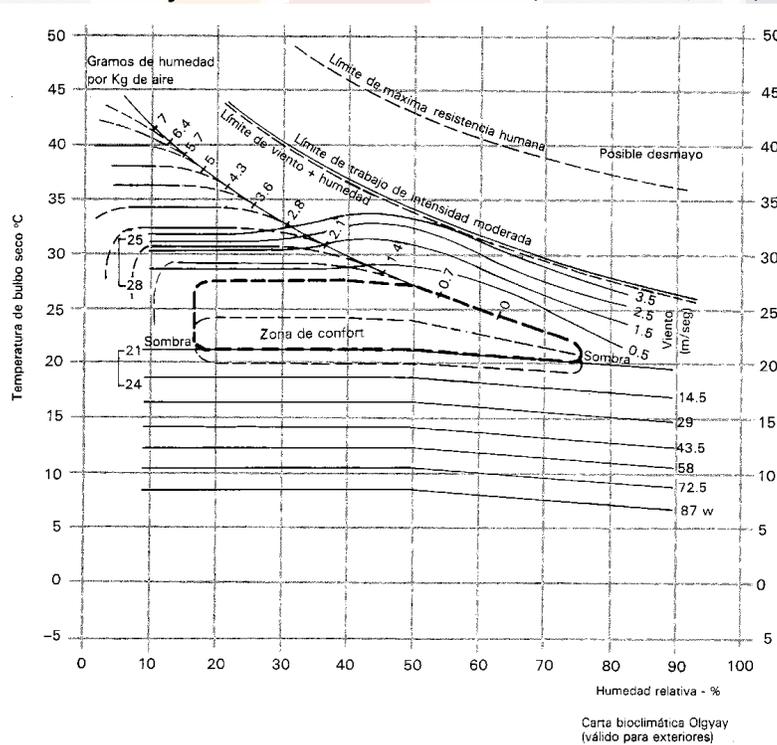


Imagen 3) **Carta bioclimática de Olgay. (Válido para exteriores).** Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

Método GIVONI: El método diseñado por Baruch Givoni se basa, al igual que el diagrama Bioclimático de Olgay, en establecer una zona de bienestar referida a los valores de temperatura y humedad del aire, que se traza sobre un diagrama psicrométrico. En este diagrama, los límites se determinan con la temperatura medida con termómetro del bulbo seco y la tención de vapor de agua, medida en milímetros de mercurio.

La zona de bienestar se establece para personas aclimatadas con actividad sedentaria (un MET) y vestidas con ropa ligera de verano (un CLO). Esta zona se delimita entre los 21°C y los 26°C y entre los 5 y 17 mm Hg. Con límites soportables de 20°C a 28°C y hasta 20 mm Hg. (ver diagrama 1 de Givoni).

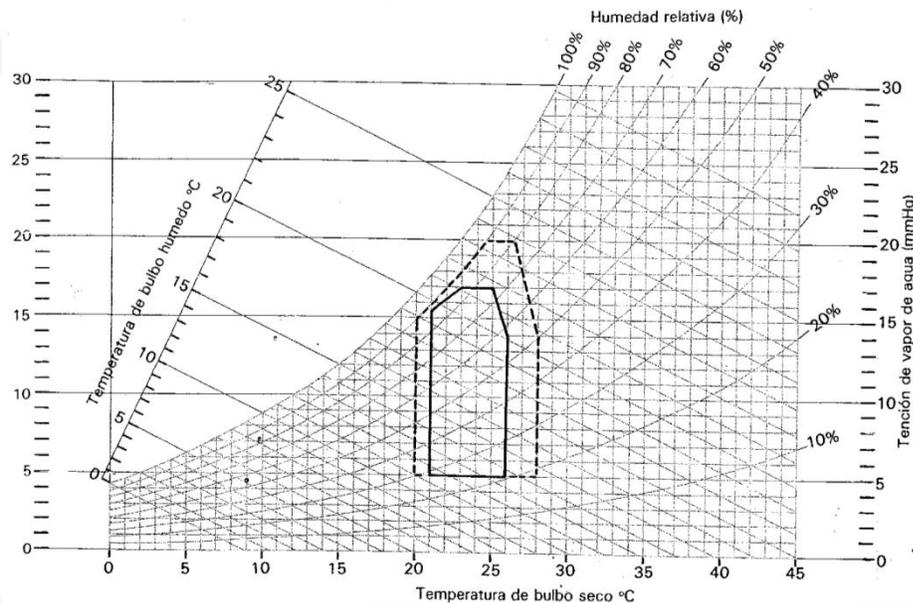


Imagen 4) **Diagrama 1 de Givoni.** (Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

El método de Givoni propone, sobre el diagrama psicrométrico, una serie de precauciones y estrategias que deberán considerarse si las condiciones del clima exterior lo establecen. Estas recomendaciones permiten ajustar el clima interior de la edificación, con una solución arquitectónica que facilita el restablecimiento de las condiciones de bienestar y equilibrio termohigrométrico para el hombre.

Las estrategias se logran con los datos meteorológicos de entrada, que al ubicarse sobre el diagrama, permiten determinar sea la solución a arquitectónica propuesta es correcta o no, de acuerdo con el clima de lugar.

Como ya se ha mencionado la envoltura y la estructura del espacio arquitectónico cumple la función de estabilizar las temperaturas interiores; lo cual permite que las variaciones que se registrará en el exterior se puedan atenuar en el interior, y que las diferencias entre temperaturas máximas y mínimas sean casi imperceptibles en el interior de la edificación. Esto se puede realizar con un apropiado diseño del espacio y una adecuada selección de materiales para la construcción. Con lo anteriormente descrito, podemos decir, que el inercia térmica beneficia aquellos climas que no presentan humedad elevada, de manera que se logra un adecuado amortiguamiento y retraso en tiempo de las temperaturas máximas y mínimas en el interior. Esto no sucede en climas

húmedos al no presentar fluctuaciones importantes, lo cual disminuye su efectividad. (Ver diagrama 2 de Givoni).

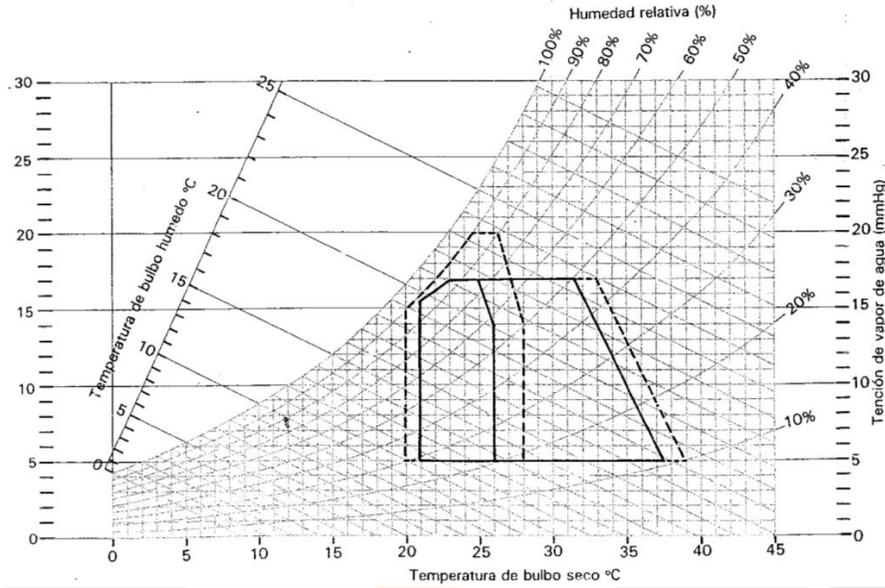


Imagen 5) **Diagrama 2 de Givoni** (Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

Como se ve en este diagrama, la zona más térmica (inercia térmica) se limita cuando la tención de vapor de agua llega a los 17 mm. Hg. Al aumentar la humedad del ambiente, se propone aprovechar la ventilación natural para restablecer las condiciones de bienestar.

Las condiciones del clima donde se pueden aprovechar las corrientes de viento son más cálidas y húmedas, según se puede ver en el diagrama 3 de Givoni. Esto implica la utilización de ciertas velocidades de aire (menores que 1.5 m/s). Porque al aumentar su velocidad es sensible al cuerpo y provoca malestar. Como se sabe, la ventilación en los espacios interiores anula casi por completo el efecto provocado por la inercia térmica, al arrastrar el aire caliente y la humedad acumulados. Cabe hacer notar que lo pretendido es lograr un ambiente adecuado para el hombre, y no enfriar las estructuras cuando se habla de enfriamiento por ventilación.

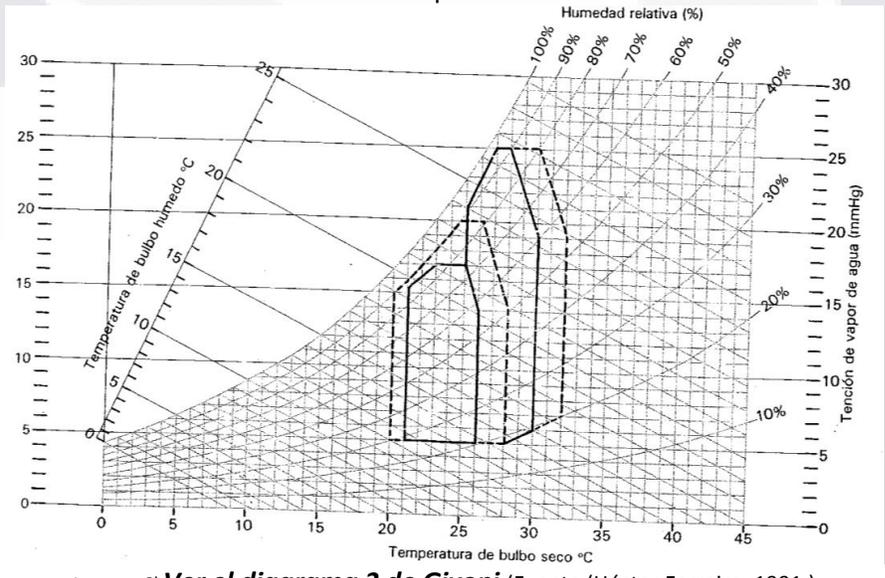


Imagen 6) **Ver el diagrama 3 de Givoni** (Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

El objetivo de dicho método es, entre otros, tener ahorros energéticos durante la época cálida o fría del año, que dependerán del clima exterior, la inercia térmica del edificio, de la forma y dimensión de vanos y de la protección que se les dé durante la noche para evitar pérdidas nocturnas. Esto implica que cuanto más apropiados sean los diseños propuestos, menor será la carga energética para calentar o enfriar los espacios. Las condiciones exteriores propuestas para la calefacción están limitadas por las curvas C u C' (ver diagrama 4 de Givoni). Asimismo, se proponen las condiciones exteriores, en las que, con el enfriamiento o evaporativo, se pueden restablecer las condiciones de bienestar en un clima cálido seco. En forma sintética se plantean sus propuestas.

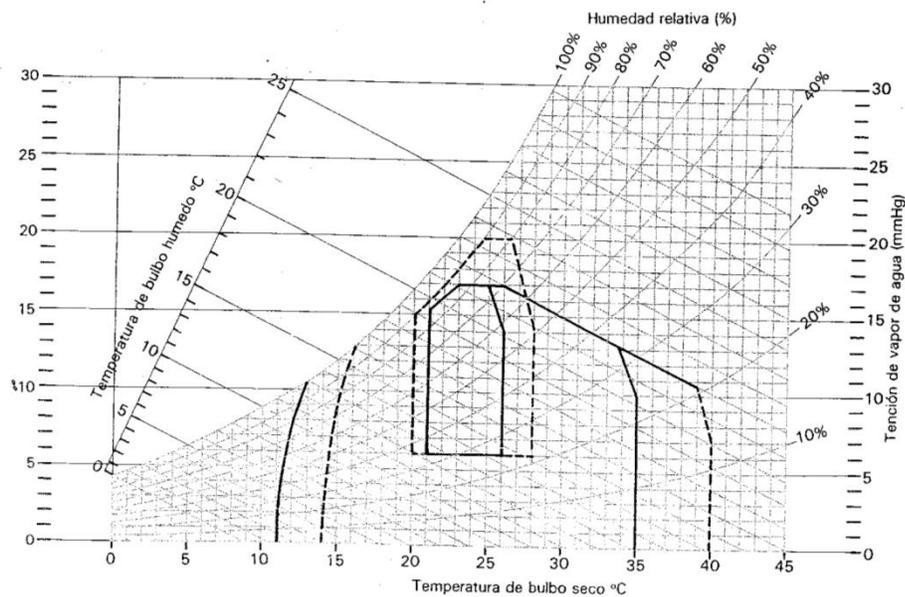


Imagen 7) Ver el diagrama 4 de Givoni (Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.))

Calefacción: Esta zona de calefacción depende de las propiedades térmicas de los materiales que forman la envoltura y estructura del edificio; permite reconocer cuando las condiciones exteriores (aprovechamiento o de la radiación solar) no satisfacen los requerimientos de calor necesarios, lo cual indica la necesidad de utilizar mecanismos activos o convencionales de calefacción. La recomendación es aprovechar el efecto o del rayo de sol e impedir las pérdidas de calor que se pueda generar en el interior del edificación (ver diagrama 5 de Givoni).

Calentamiento o solar: En esta zona se recomienda aprovechar el rayo de sol para elevar la temperatura en el interior de los edificios, procurando no llegar al sobrecalentamiento (efecto de invernadero) y protegiendo el interior por la noche, para evitar las pérdidas por radiación y ventilación nocturna.

Masa térmica, (Inercia térmica): La recomendación es evitar la penetración solar y la ventilación durante el día para reducir las ganancias de calor en los interiores, de manera que ceda el calor acumulado en el periodo nocturno. Los beneficios que se pretenden con la masa térmica se logran con una adecuada selección de materiales para la construcción y por el diseño arquitectónico, que permiten amortiguar y retrasar los efectos provocados por la radiación solar.

Masa térmica con ventilación nocturna: En esta zona se recomienda emplear suficientes reflejantes en el exterior de la construcción, de modo que se propicie el enfriamiento de la envoltura y la estructura del edificio durante el período nocturno, para disminuir las ganancias de calor en el interior de las construcciones.

Ventilación: Como hemos mencionado, los beneficios por ventilación se pueden lograr en ciertas combinaciones de temperatura y humedad al mover y desalojar tanto el aire caliente acumulado como la humedad desprendida por los ocupantes del espacio.

Enfriamiento evaporativo: Este enfriamiento consiste en proporcionar agua al ambiente, con el propósito de disminuir la temperatura del aire seco, lo cual se logra por la gran capacidad que tiene el agua de absorber y retener el calor.

Acondicionamiento de aire: Cuando se han agotado los recursos de diseño arquitectónico que proporcionen índices de bienestar, el acondicionamiento de aire será necesario y tendrá una carga energética mínima. El diagrama Bioclimático propuesto por Baruch Givoni es un instrumento diseñado para determinar soluciones a nivel cualitativo, y es útil en la concepción inicial de una arquitectura adaptada al clima.

Como hemos podido ver la condición de bienestar térmico se logra en relacionarse diversos elementos, en que los parámetros climáticos útiles son la temperatura del aire, la humedad relativa, la dirección e intensidad del viento, la radiación solar, la precipitación de la lluvia, etc.; Y los factores relativos a la persona, como actividad, la edad, sexo, vestido, etc.

1 Kcal / hora	=	1.163 Watts.	
1 Watt	=	0.859 Kcal / hora	
1 CLO	=	C · h · m2 / Kcal	= 0.16°C · m2 / W
1 MET	=	90 Kcal/h	= 104 – 105 Watts

Tabla 5) **Tabla de conversiones** (Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.))

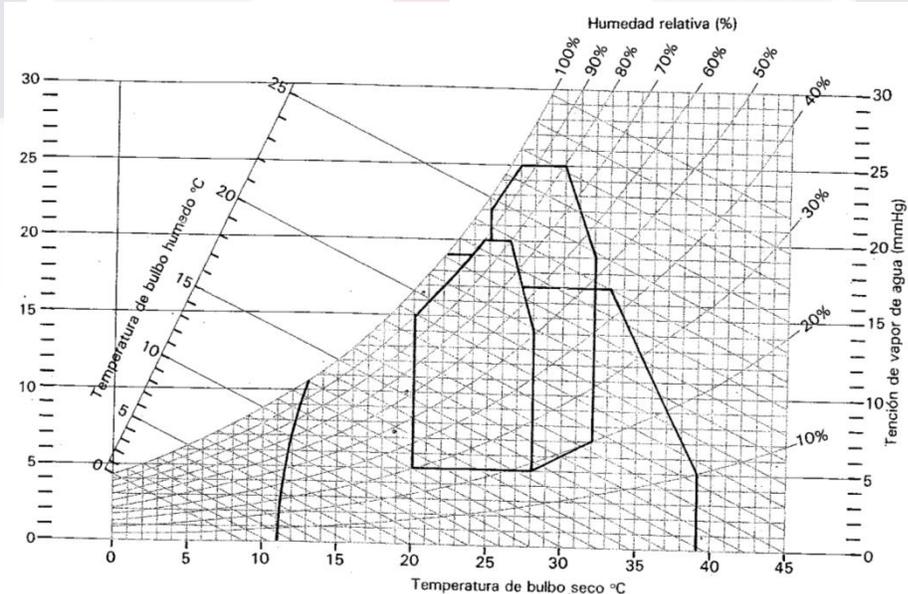


Imagen 8) **Ver diagrama 5 de Givoni** Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

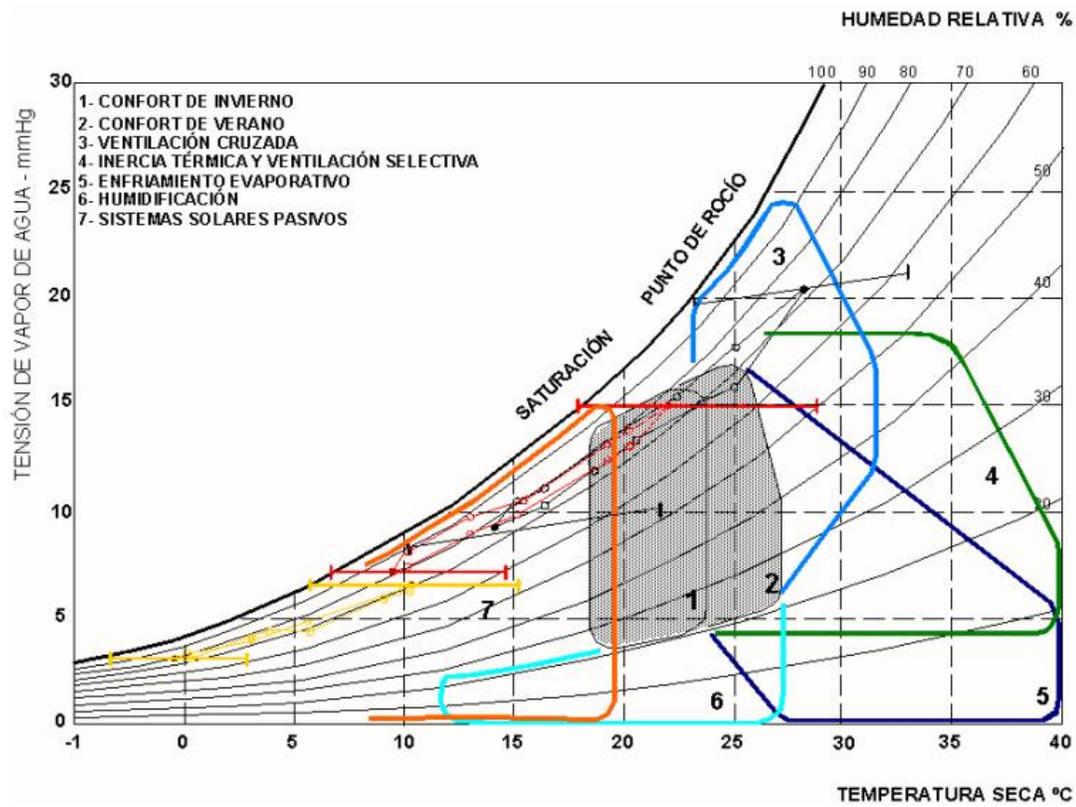


Imagen 9) Ver diagrama de Givoni, representados en diferentes colores las diversas zonas existentes. Fuente (Héctor Ferreiro, 1991.)

CAPÍTULO 3.

VEGETACIÓN Y AMBIENTE:

La presencia de vegetación en medio urbano y arquitectónico satisface una profunda necesidad ecológica como y psicológica, además de tener muchos usos.

LA VEGETACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE NATURAL:

La vegetación mejora la calidad del aire, agua, y suelo y proporciona vivienda y alimento a la fauna silvestre; asimismo, la vegetación constituye parte fundamental en cualquier ecosistema, lo cual es aún más notorio en el caso de ecosistemas urbanos. Se Describirán rápidamente los beneficios de la vegetación en ambientes naturales y urbanos:

- **Aire:** La vegetación purifica el aire y almacena parte de los contaminantes de éste, tales como las partículas suspendidas entre otros. Además, como producto de la fotosíntesis durante el día, emite oxígeno a la atmósfera. (Ver el esquema de la vegetación urbana cuando participa en la purificación del aire).

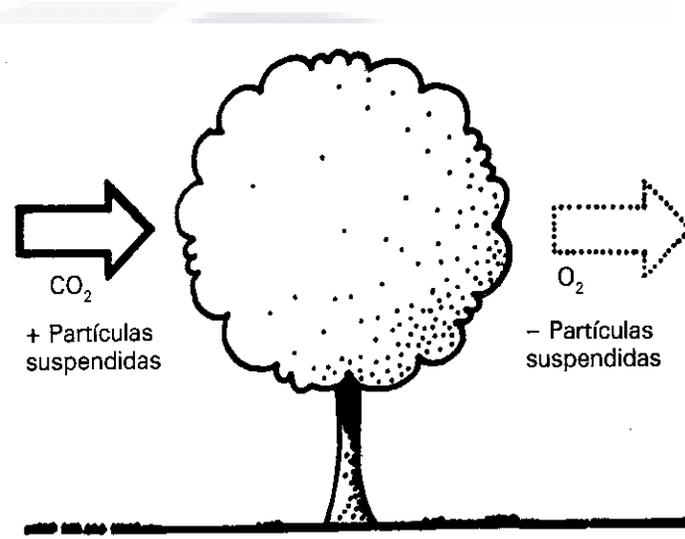


Figura 10) **La vegetación urbana participa en la purificación del aire.** Fuente (Almanza, 1995)

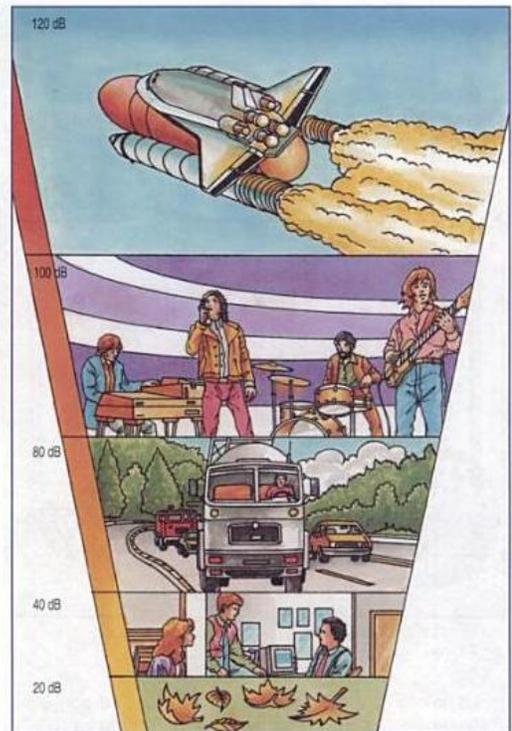
- **Agua:** La vegetación estabiliza e incluso incrementa la recarga acuífera. Cuanto mayor sea la proporción de área verde en una zona urbana, mayor será la superficie de captación de la precipitación.
- **Suelo:** La vegetación retiene el suelo gracias a sus raíces, a la vez que impide su erosión y aumenta su fertilidad por la aportación de materia orgánica: ramas, hojas, flores y frutos, siempre y cuando no sea retirada, al creer que es "basura". Además, esta materia orgánica incrementa la infiltración de agua y disminuye el movimiento de agua superficial.
- **Hábitat de fauna silvestre:** La vegetación de alojamiento y/o alimento a la fauna silvestre, como aves, ardillas, mariposas, lagartijas, etc., y proporciona mayor beneficio a la fauna cuando se encuentra en forma de macizos o bosques.
Existen ciertas especies de árboles o arbustos más propicias para resguardar y dar abrigo a la fauna, y son generalmente de hoja perenne y follaje denso. Entre éstas se tiene en el laurel de la India, el junípero, el fresno, el ficus, entre otras.
Otras especies de árboles son mucho más útiles como sustento alimenticio; generalmente producen flores malíferas y frutos apetecibles. Su atractivo se basa en sus productos como tales o debido a que estos atraen a insectos comestibles. Entre éstas se tiene el pirul, el eucalipto, el colorín, la higuera, entre otros.

LA VEGETACIÓN Y SU APORTACIÓN DE BIENESTAR AL USUARIO DEL ESPACIO:

La vegetación es una parte esencial de los ambientes urbanos. Los habitantes de un entorno provisto de vegetación recibirán los beneficios que ésta representa, como un ambiente más sano y agradable. Aunado a esto, las plantas se pueden agrupar para formar cortinas contra el ruido excesivo; además, las áreas verdes brindan un beneficio psicológico a los usuarios y observadores; por otro lado, pueden llegar a significar una plusvalía para los predios. Las plantas también se pueden utilizar como elementos arquitectónicos e intervienen en la conformación del microclima como uno de los sistemas pasivos de enfriamiento o calentamiento. Lo que en materia de consumo de energéticos llega a ser un dispositivo para su ahorro abate el uso de aire acondicionado además de generar un ahorro en la economía.

Como control de ruido: La vegetación amortigua el ruido, el cual se considera nocivo cuando sobrepasa los 85 decibeles (db). Que corresponden al límite tolerable por una persona sin verse afectada de manera importante en su sistema auditivo. (Ver la escala de intensidad de sonidos comunes).

Figura 11) **Escala de intensidad de sonidos comunes.** Los decibeles presentan un incremento logarítmico, por lo que un incremento de 10 db corresponde al doble de la intensidad del sonido. Fuente (Libros de Google, 2003)



Como beneficio psicológico: Las áreas verdes facilitan un estado de tranquilidad y sosiego para la vida tan agitada de las urbes además de proporcionar un remanso de paz y armonía, tanto por el paisaje como por que dan la oportunidad de tener una relación continua y accesible con la naturaleza.

Dicha relación puede ser pasiva (contemplativa) o activa, como la práctica hortícola, la cual, aun cuando es poco usual en nuestro medio urbano, resulta igualmente importante para los fines de una vivienda bioclimática.

Plusvalía: En diversos estudios según los especialistas en valuación, se ha demostrado que los árboles incrementan de forma sustancial el valor económico de las construcciones, lo cual ocurre independientemente de que el predio tenga o no construcción. En predios para uso habitacional, los árboles pueden añadir hasta el 25% al valor de la propiedad, mientras que en áreas destinadas a restaurantes, clubes deportivos o sociales, este porcentaje puede ser mayor. Por otro lado, el área verde urbana en buenas condiciones incrementa el costo de los predios próximos.

Elementos arquitectónicos: Las plantas utilizadas como elementos arquitectónicos tienen múltiples aplicaciones:

- a) Como parte o en sustitución del piso.
- b) Como muros para separar espacios, enmarcar vistas, o articular espacios.
- c) Para definir y delimitar, como pérgolas (es decir, para zonas de estar y protección solar).
- d) Como elementos estéticos y escultóricos.
- e) Como contraste con edificios.
- f) Para formar una estructura orgánica con la geometría o aridez de una construcción.

Mejoramiento del mesoclima: Los árboles mejoran el clima urbano y arquitectónico, al mantener niveles adecuados de humedad tanto en el suelo como en el aire, pues absorben y obstaculizan el acceso de la radiación solar y guían al viento.

Las hojas de los árboles en su conjunto, denominado dosel vegetal, interceptan, absorben, reflejan y transmiten la radiación solar incidente en una localidad, además de dar sombreado y humidificación elementos pasivos en un clima cálido seco como es el de Aguascalientes, asimismo, amortiguan el frío excesivo y lo convierten en frío moderado o templado frío.

La cantidad de calor debido a la radiación solar incidente, absorbida por una biomasa boscosa o por las hojas de una planta, varían entre el 60 y 90%, lo cual depende de:

- a) La densidad de la biomasa boscosa, tanto por individuos como por densidad de follaje.
- b) La localización de las hojas de la planta, sub orientación con respecto al sol y su proximidad al tronco.
- c) El Angulo de presentación de las hojas al sol.
- d) La ubicación del sol.

(Ver croquis diversos de vegetación).

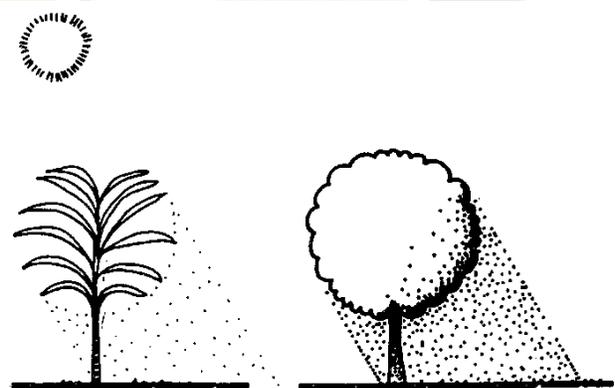


Figura 12 Y 13) **La cantidad de radiación absorbida por la vegetación depende de la densidad del follaje, entre otros factores (ARROBA), La vegetación urbana es un elemento efectivo en el control del viento, al obstruirlo, canalizarlo o filtrarlo (IZQUIERDA).** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

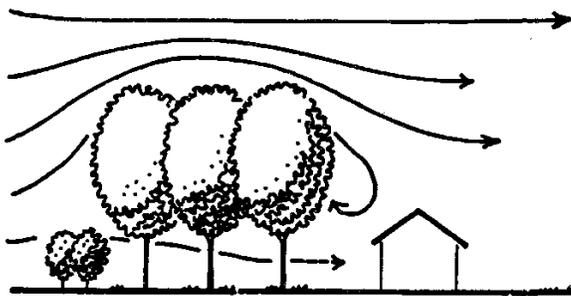
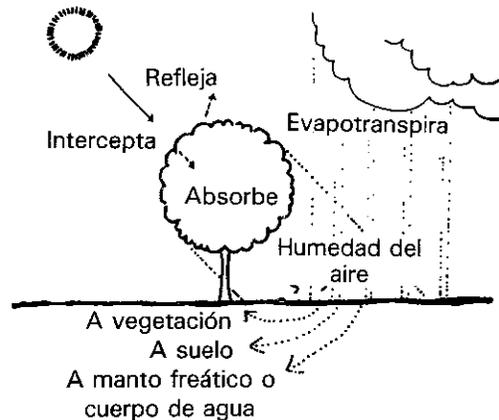


Figura 14) **La vegetación desempeña un papel importante en el mejoramiento del mesoclima (DERECHA).** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

El enfriamiento por evaporación ocurre cuando grandes cantidades de energía solar se utilizan para cambiar el agua del líquido a vapor, en la



superficie foliar. La magnitud del enfriamiento depende del tamaño del área transpiradora y de la proporción de evapotranspiración.

La vegetación urbana, especialmente los árboles, son un elemento efectivo para controlar el viento, pues puede obstruirlo, canalizarlo, desviarlo o filtrarlo.

Las barreras rompe vientos reduce la velocidad del viento o de dos maneras: absorben parte de la energía eólica por medio de la fricción de arrastre, o desvían el viento o a niveles horizontales superiores.

Utilizar plantas para la deflexión del viento puede conformar un sistema de regulación de flujo de calor en las edificaciones; además, cabe destacar su uso en las fachadas que presentan un problema mayor.

VEGETACIÓN, ARQUITECTURA DE PAISAJE Y ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA:

Diagnóstico del sitio: Es recomendable realizar el diagnóstico del ambiente en que se encuentra el predio donde se pretende construir, previamente al etapa de proyecto, pues de esta manera se aprovecharán los recursos que ofrece el ambiente y contrarrestarán dificultades.

Ambiente natural: Una vez que la localidad ha sido ubicada en la región geográfica correspondiente, es posible iniciar el diagnóstico del ambiente natural con el acopio de la información que proporcionan las cartas publicadas por el Instituto Nacional De Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y otras dependencias. En la carta edafológica que corresponde a la región geográfica definida se conocerá el tipo de suelo. La carta topográfica permitirá ubicar el predio dentro de una zona urbana o rural, en el relieve y la altitud sobre el nivel del mar correspondiente. En la carta hidrológica se podrá ubicar el terreno en relación con su distancia a cuerpos o cauces de agua. La carta de climas (especialmente la de distribución anual de la precipitación) permitirá prever así la localidad dispondrá de agua suficiente (cantidad/época del año) para áreas verdes, con el fin de, en lo posible, no usar la infraestructura que ofrece el lugar, a fin de consumir lo menos posible del subsuelo o de los cuerpos de agua y así ahorrar agua, tiempo y dinero. Por último, en la carta correspondiente se podrá distinguir el tipo de vegetación natural, el lugar, la cual es consecuencia de las adaptaciones morfo fisiológicas a la disponibilidad de humedad, al suelo y a la temperatura (Héctor Ferreiro, 1991.).

En General, los tipos de vegetación que se reconocen son los siguientes:

- a) Bosque tropical perennifolio.
- b) Bosque tropical subcaducifolio.
- c) Bosque tropical caducifolio.
- d) Bosque espinoso.
- e) Matorral xerófilo.
- f) Pastizal.
- g) Bosque de Quercus (encinos).
- h) Bosque de coníferas.
- i) Bosque mesófilo de montaña.
- j) Vegetación acuática y subacuática.

Conocer lo que nace naturalmente en la región permitirá seleccionar adecuadamente las especies vegetales por utilizar en el proyecto y construcción.

MESOCLIMA:

Una vez definido el tipo de clima, se deberán considerar que ciertos parámetros que generalmente modifican clima del terreno en cuestión, y conforman lo que se puede dominar microclima. Entre estos parámetros se deben de tener en cuenta los siguientes:

Clima de zona rural y clima de zona urbana: Las modificaciones que en una zona rural tiene el microclima al urbanizarse con la concentración de edificaciones en poca extensión, aunadas a la gran cantidad de partículas suspendidas en la capa interior de la atmósfera, desempeñan una función de domo climatológico un efecto invernadero. Esto se debe a que provocan un almacenamiento mayor de calor reflejado por la superficie terrestre, fenómeno conocido también como **isla de calor urbano** (Héctor Ferreiro, 1991.).

La presencia de grandes extensiones de superficie vertical o muros de las edificaciones provoca un cambio en la dirección de la radiación solar que incide en el lugar. Esta última sufre una multirreflexión o interrupción (sombra); a su vez, las superficies verticales provocan cambios e intensidad y dirección de los vientos superficiales.

Hay que señalar que si la zona urbana se encuentra en un valle rodeado de montañas y en la zona predominan la calma o vientos ligeros (poca velocidad y escasa frecuencia), es de esperar un efecto de isla de calor mucho más grande.

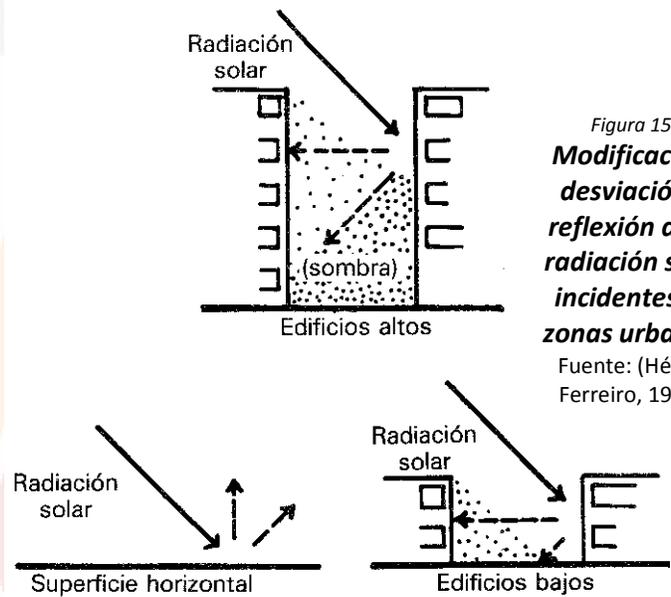


Figura 15) **Modificación, desviación y reflexión de la radiación solar incidentes en zonas urbanas.**
Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Las superficies de concreto y asfalto absorben del 75 al 90% de la radiación solar incidente aunado a esto, la concentración de actividad humana implica una aportación extra al efecto mencionado el consumo de energéticos producen a su vez energía calorífica como deshecho que es vertida hacia el ambiente.

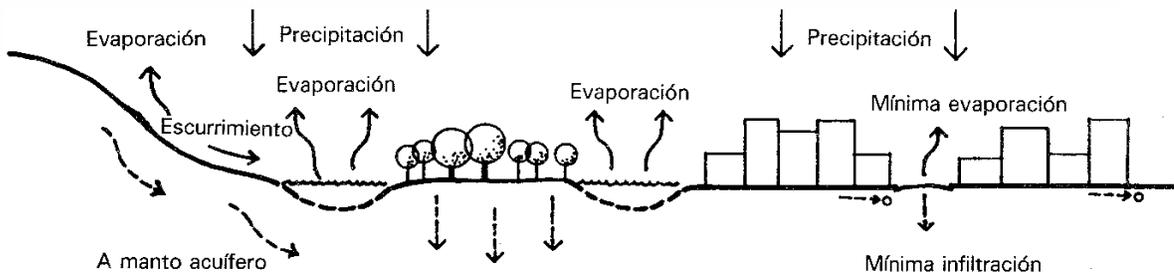
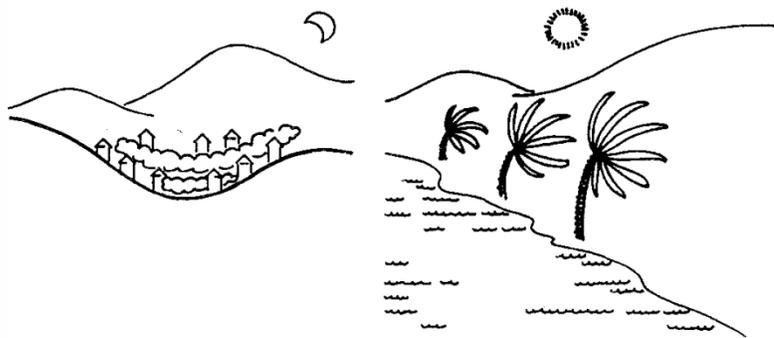


Figura 16) **Modificaciones del ciclo del agua en la zona urbana, con respecto a las zonas rurales,**
Fuente: (Oliver, 1995)

Por otro lado, la precipitación pluvial no es igualmente reciclada en un área urbanizada que en un área rural. En la ciudad, el área que absorbe la lluvia generalmente es muy limitada. La infiltración en el terreno, la formación de cuerpos de agua y la evaporación de agua se ven radicalmente reducidas. De hecho, la mayoría de las ciudades, la precipitación es descargada al drenaje y canalizada a las afueras de la ciudad, lo cual reduce la aportación de humedad a la capa inferior de la atmósfera y disminuye el nivel del manto freático subyacente. Con ello, el efecto de invernadero se le suma un efecto de desertización del ambiente, es decir, una mayor oscilación térmica disminución de la humedad del aire. Los efectos climáticos de la urbanización presentan consecuencias adversas a la salud de las poblaciones humanas, así como a la flora y fauna urbana (Héctor Ferreiro, 1991.).

Distancia a cuerpos de agua: La proximidad a cuerpos de agua puede moderar variaciones extremas de temperatura; así, un terreno ubicado a la orilla de una masa de agua estará más caliente en invierno o en la noche y más frío en el verano o en el día, que un terreno ubicado lejos de cuerpos de agua. Cuanto mayor sea el cuerpo de agua, mayor será su impacto o en el clima (mayor efecto y mayor alcance).

En verano o durante el día, la tierra se calienta más que el agua. El aire cálido sobre la superficie terrestre se eleva, pues disminuye su densidad y fluye aire más frío del cuerpo de agua, de modo que reemplaza espacio ocupado sobre la superficie terrestre; como que consecuencia, las zonas ubicadas a las orillas de los lagos, mares, ríos, etc., gozan durante el día de brisa que sopla del agua hasta la tierra. Estos efectos se llegan a sentir desde 400 hasta 800 metros al interior (Héctor Ferreiro, 1991.).



Durante el invierno o la noche el aire situado sobre la superficie terrestre se enfría con mayor velocidad que el ubicado sobre el cuerpo de agua y provoca el mismo proceso mencionado, pero a la inversa la brisa sopla de la tierra hacia el agua.

Figura 17) **Modificaciones del clima por relieve: a) valle rodeado de montañas, y b) brisa de cuerpo de agua de tierra durante el día.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Distancia a zonas verdes: Sí la vegetación en un área determinada es abundante, al transpirar esta, enormes cantidades de humedad (siempre cuando la humedad del suelo no esté limitada) obstaculizarán el almacenaje de calor en el suelo y en la capa inferior de la atmósfera.

Para que una zona verde influya en el clima local, se requiere que tenga en exención considerable, así como una densidad alta. A mayor área, mayor efecto fuera de los límites del área verde.

Topografía: Los distintos accidentes topográficos, como valles y montañas, afectan al microclima. Las zonas con montañas al norte están protegidas de los vientos fríos del norte, mientras que los

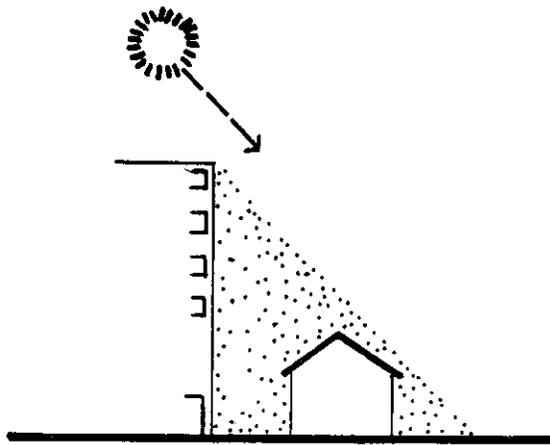
valles rodeados por cadenas montañosas estarán menos sometidos a la fuerza de los vientos. Durante el día, la brisa soplará del valle a la montaña, mientras que la noche será a la inversa, quedando como una masa de aire frío estancada por algún tiempo, de acuerdo con la época del año y con la localidad. En General se sabe que la temperatura de la atmósfera disminuye con la altitud: de 7 a 8 m de altura pueden originar una diferencia hasta de 5 °C en la temperatura del aire en condiciones de calma. Esto puede ser de gran importancia en regiones cálidas.

Las diferencias climáticas que se generan son decisivas en la toma de decisiones, pues pueden existir regiones con climas cálidos en las que la topografía genere zonas protegidas de la soleamiento o y ventiladas, en contraste con otras zonas soleadas y con menor ventilación; así, llegan a crearse microclimas con usos diferentes. También llega a ocurrir el caso opuesto: regiones frías con áreas más soleadas y protegidas de vientos, y otras sombreadas y expuestas a los vientos fríos.

Ubicación y altura de las estructuras que rodean al predio: Es recomendable que en la visita al lugar se ubiquen las estructuras que rodean al predio, como edificaciones, macizos de árboles, árboles aislados, rocas, etc. Además de ubicarlos en el plano base, se sugiere que también se mida su altura, con el fin de efectuar una máscara de sombreado para el predio; es decir, se podrá conocer que fachadas recibirán mayor radiación solar y luz y cuales estarán aisladas de estas: menor calentamiento y menor luz.

DIAGNÓSTICO PAISAJÍSTICO:

Todo componente ambiental del paisaje desempeña una función especial determinada dentro de la imagen arquitectónica. Para llevar a cabo el inventario paisajístico de una zona específica, es necesario analizar todos los componentes con base en su función espacial y sus constantes formales.



Cualquier elemento del paisaje se puede clasificar en tres tipos, de acuerdo con su función espacial:

- a) Puntos de referencia.
- b) Elementos lineales.
- c) Zonas o unidades homogéneas.

Se deberá anotar que constantes imperan (es decir, orden, textura y color).

Figura 18) Modificaciones del clima por ubicación y altura de estructuras que rodean el predio.

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Entre los componentes del paisaje que se deben clasificar por sus principales constantes formales se encuentra la forestación urbana o áreas verdes en general, la topología, la hidrología, las calles, los parques, los edificios, las plazas y el mobiliario.

En el caso de vegetación, las principales constantes formales por considerar son las siguientes:

- a) Disposición en la estructura urbana (calles, plazas y centros de manzana).
- b) Disposición en zonas naturales (cañadas, ríos, macizos aislados, etc.).
- c) Disposición en el predio.
- d) Grado de cobertura vegetal (proporciones: alta, media, etc.).
- e) Altura de árboles (altos, medios o bajos).
- f) Forma de copa (cónica, vertical, redonda, ovalada, etc.).
- g) Color del follaje y de las flores (tono, brillantes e intensidad).
- h) Textura de follaje (fina, media, gruesa, etc.).

Selección de especies vegetales adecuadas al sitio: Es recomendable que las especies vegetales se seleccionen de acuerdo con las condiciones ambientales mencionadas, a saber: disponibilidad del agua, condiciones térmicas, de asoleamiento y suelo, entre otras. Aunado a esto, es oportuno que en la selección también se considere el tipo de espacio, las condiciones artificiales del mismo, el factor humano, el aspecto físico y los requerimientos de las especies.

Tipo de espacio: Se sugiere conocer las dimensiones del espacio disponible para la cepa, la altura disponible en el nivel del terreno y el cableado, por ejemplo, así como el espacio para el crecimiento de la copa. Las condiciones asoleamiento del lugar permitirán definir si es posible plantear vegetación de pleno sol, de media sombra o de sombra.

Factor humano: Los usuarios del predio construido pueden impactar las plantas que conforman el área verde, por lo cual es recomendable analizar o predecir la densidad de población, la densidad de tránsito local y los niveles de protección requeridos por juegos, vandalismo, pasó continuo, etc.

ASPECTO FÍSICOESTÉTICO:

En General, la vegetación para uso urbano se clasifica en la siguiente manera:

- a) Bosques y manglares.
- b) Árboles.
- c) Arbustos.
- d) Cobres pisos o pastos y enredaderas.

Cada especie vegetal puede clasificarse como sigue:

- a) Por su altura, color, densidad y periodo de foliación del follaje.
- b) Época de presentación de flores y frutos y sus características físicas

Figura 20) **Requerimientos de protección por impacto de la población humana.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

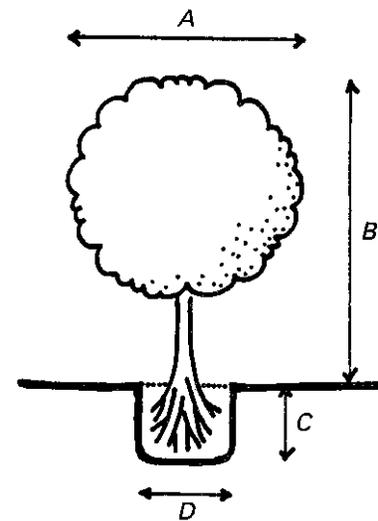
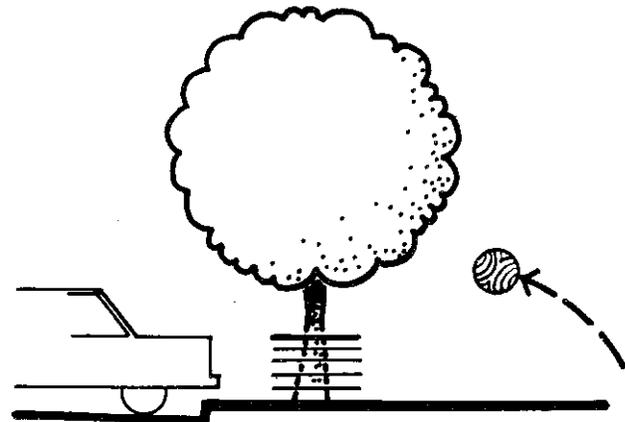


Figura 19) **Dimensiones del espacio requerido para una especie vegetal.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

- c) Sin su crecimiento es lento, medio o rápido.
- d) Se presentan raíces extendidas, profundas o compactas.
- e) En el caso de los árboles, formada y diámetro de la copa.

Cabe mencionar que una misma especie vegetal puede presentar variaciones en sus características físicas, debido a diversos factores, entre los que se destacan el espacio disponible para su desarrollo, la disponibilidad de agua, los nutrientes, la luz. etc.

REQUERIMIENTOS:

Cada especie vegetal presenta requerimientos específicos, entre los cuales es recomendable considerar el tipo de luz que corresponde a una adecuada fotosíntesis de la planta.

Cada especie vegetal presenta temperaturas críticas, denominadas también *temperaturas cardinales*, que definen los requerimientos de calor necesarios para su crecimiento y desarrollo. Dichas temperaturas incluyen la mínima (temperatura más baja a la cual la planta todavía rece), la óptima (temperatura a la cual el crecimiento de y desarrollo son más grandes) y la máxima (temperatura más alta a la cual la planta cabeza). Además de las temperaturas, existen plantas que requieren agua en exceso o en cantidad moderada, mientras que otras se adecuan al escasez de agua.

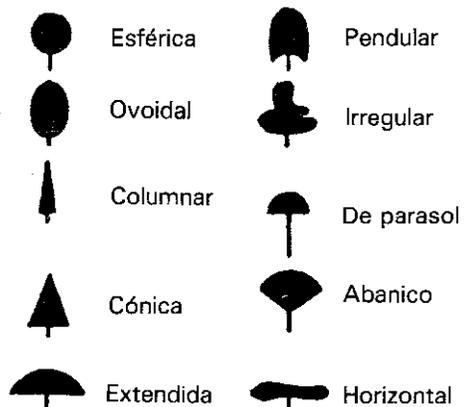
En General, se observa que cada especie vegetal presenta un óptimo desarrollo en un solo característico. Entre las propiedades del suelo, la que más destaca en cuanto a su influencia en el estado General de las plantas que en él viven es un tipo de textura, el cual afecta las propiedades tanto físicas como químicas del suelo. Las propiedades físicas más importantes son la aceleración, la porosidad, la velocidad de infiltración del agua, etc., Mientras que las propiedades químicas más significativas son el pH, el contenido de materia orgánica, la fertilidad, la capacidad de intercambio catiónico, etc.

Existen especies vegetales más delicadas que otras, y algunas presentan una serie de requerimientos especiales como la poda, la aplicación continua de fertilizantes, resistencia a plagas, enfermedades virtuosas, bacterianas, ataque de hongos y resistencia a diversos contaminantes, tanto del agua como del suelo y del aire.

Catálogo de vegetación: Una vez seleccionada la vegetación adecuada al ambiente natural del predio, es muy útil organizarla con un catalogo sencillo de consultar. Dicho catálogo de las especies vegetales utilizables en esa localidad se le llama también paleta de vegetación, la cual se divide en cinco estratos:

- a) Árboles.
- b) Arbustos.
- c) Cubre pisos.
- d) Pastos.
- e) Enredaderas.

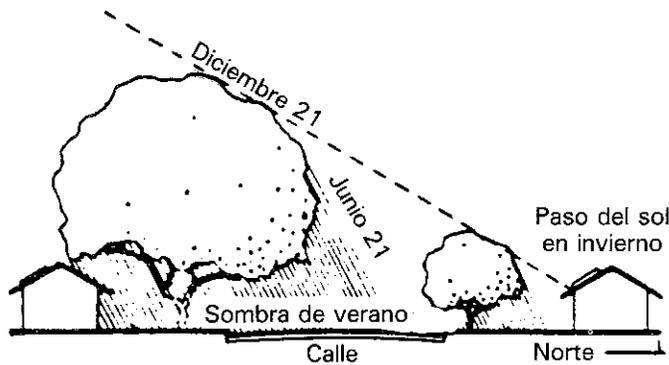
Figura 21) Formas de copas de los arboles. Fuente: (Héctor Ferreiro. 1991.)



En General, es recomendable subdividir los árboles en árboles forestales y árboles frutales, estos últimos más susceptibles de ataque por insectos.

Por renglón se colocan los títulos de los datos básicos de cada planta: nombre común, nombre científico o botánico (género y especie); sus características físicas: forma, velocidad de crecimiento, altura máxima alcanzable, tipo de raíces, densidad del follaje, color del follaje, período defoliación; se presenta flores y/o frutos y características más sobresalientes; sus requerimientos de mantenimiento: separación a adecuada entre individuos, periodicidad de riego, tipo de suelo, condiciones de soleamiento, temperaturas cardinales, y su posible uso paisajístico: adecuación a los diferentes tipos de espacios urbanos: parque, jardín, arriate, zona peatonal, calle o banqueta angosta, avenida o banqueta ancha y camellón; por último, se asigna un encabezado denominado requerimientos especiales y observaciones. (Higueras, 2006)

Proyecto de área verde adecuada al sitio: Una vez conocidas las condiciones de soleamiento del sitio, sus variaciones a largo del año y las condiciones climáticas preponderantes en el año, se deben detectar los problemas que se presenten, a fin de solucionarlos, como exceso de calentamiento en cierta temporada del año y del día, exposición a vientos fríos, baja humedad del aire, etc.



En el caso de utilizar sistemas activos aprovechamiento o de energía solar, se deberá diseñar la vegetación para controlar el acceso de radiación solar.

Figura 22 Y 23) **Acceso solar y vegetación, izq.) Equilibrio entre las sombras y las condiciones de acceso de radiación solar, abajo) Vista de una subdivisión, de predios, con arboles colocados en respuesta a los requerimientos de acceso solar.**

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

LOS CANALES DE PLOTTIER Plottier
Neuquén,
Argentina, 2007.
Arq. Rubén Pesci
Fundación CEPA
(Pesci, 2008)
(Fundacion CEPA)



En el caso de localidades con exceso de radiación solar, se recomienda usar plantas con follaje denso que obstaculice lo más posible la incidencia de radiación solar en las fachadas que así lo requieran. La ubicación se puede definir si se analiza la geometría solar en la localidad. Si todo el año y durante todo el día se requiere sombra en esa fachada, la disposición de la vegetación no será la misma que si el requerimiento de sombra sólo existen ciertas épocas del año y horas del día. A lo anterior cabe agregar el período de foliación, pues el sombreado se requiere exclusivamente en verano, es aconsejable utilizar vegetación caducifolia, pues permitirá el acceso de la radiación solar en invierno; pero si la sombra o enfriamiento o se requiere de durante todo el año, se usará vegetación perennifolia. (Héctor Ferreiro, 1991.)

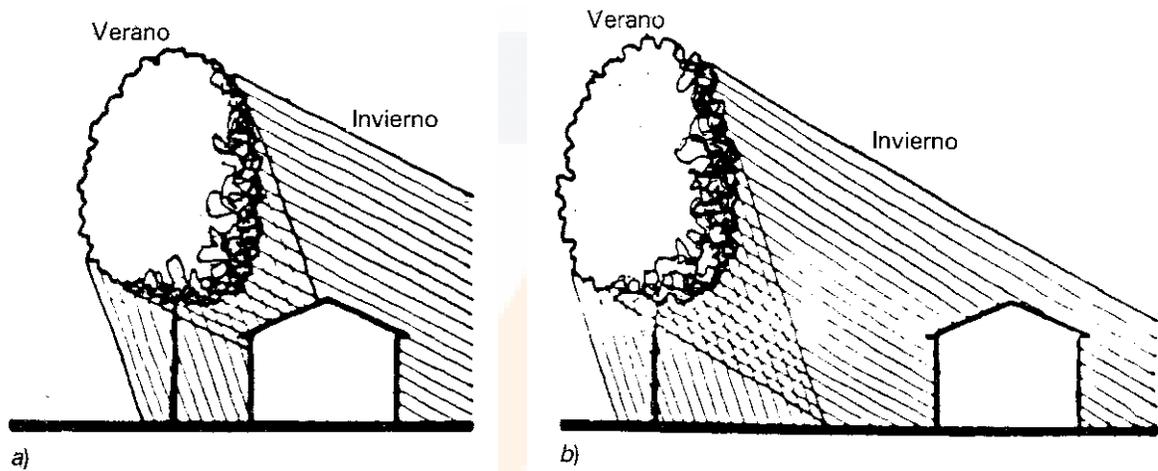


Figura 24) Ubicación apropiada e inapropiada de arboles en la fachada que recibe la máxima insolación en una región cálida extrema, los arboles colocados cerca de la edificación proporcionan sombra en verano y acceso solar a la fachada en invierno. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

La vegetación es una herramienta útil en el control de los vientos de la región. En sitios con vientos fríos, se recomienda usar barreras rompe vientos que disminuyan obstaculicen el acceso de que ellos; en el caso de regiones cálidas con problemas de escasez de humedad en el aire, es recomendable utilizar macizos de plantas que, sin obstaculizar el acceso de brisa al sitio, proporcionan humedad por evapotranspiración; y en regiones cálidas húmedas, sólo se debe proporcionar sombra y dirigía del viento o hacia la edificación.

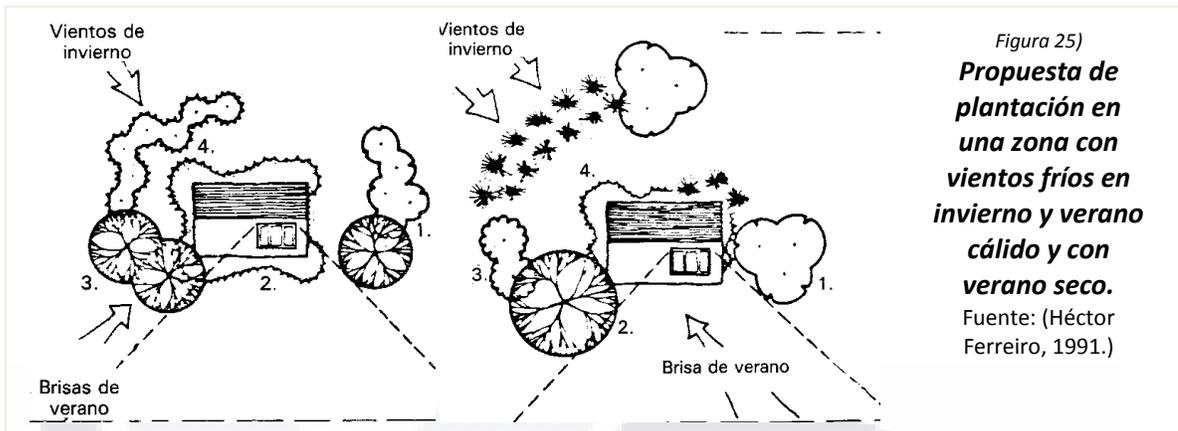


Figura 25) **Propuesta de plantación en una zona con vientos fríos en invierno y verano cálido y con verano seco.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

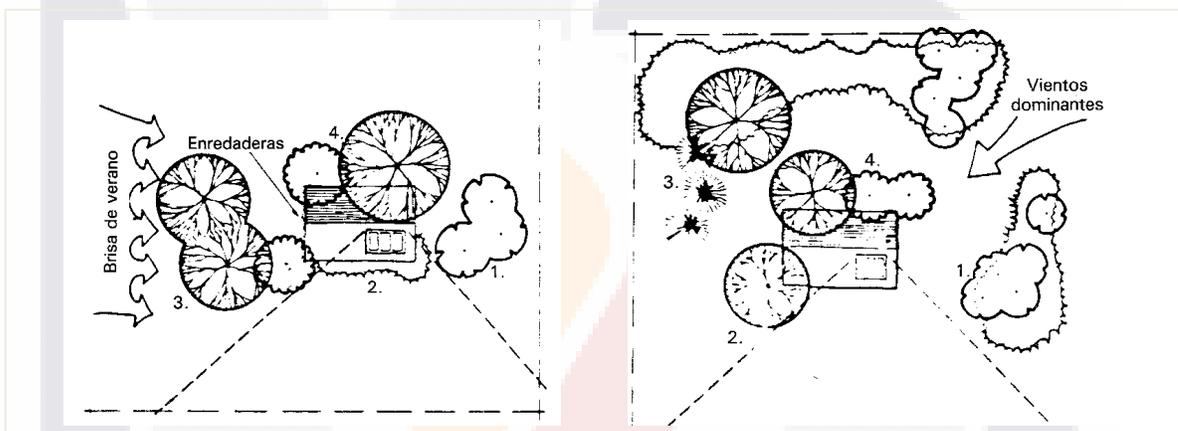
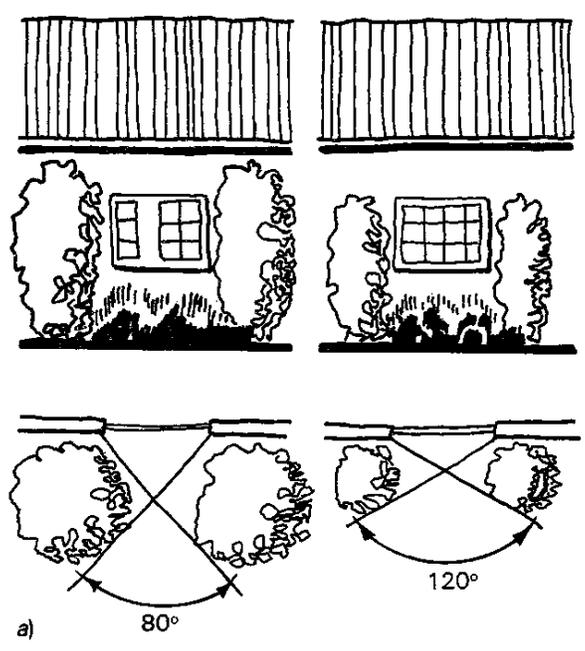


Figura 26) **Izq.) Propuesta de plantación en una región cálido – seca y Der.) Propuesta de plantación en una región cálido - húmeda.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

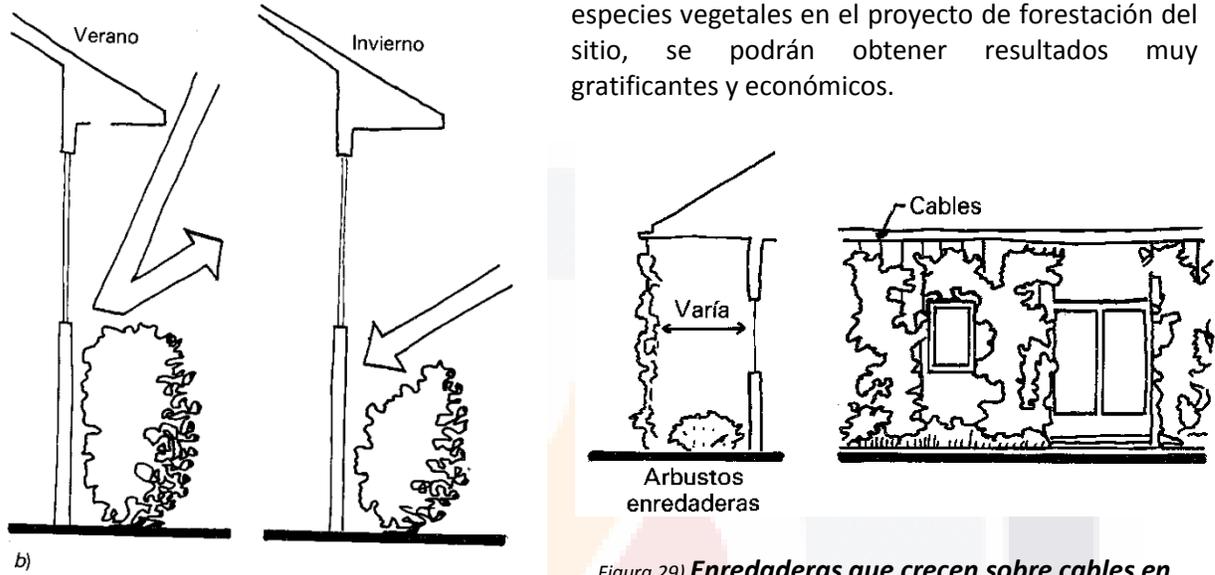


Es importante utilizar cualquiera de las formas de plantas (árboles, arbustos, cubre pisos o enredaderas) aislada o integralmente. Si la localidad presenta grandes requerimientos de mejoramiento de mesoclima, es aconsejable usar árboles, arbustos, cubre pisos y enredaderas, de manera que se sumen sus efectos de control de las condiciones de asoleamiento, luz y humedad.

Figura 27 Y 28) **Uso de arbustos y enredaderas en el mejoramiento del mesoclima a) Los arbustos anchos reducen el rango de acceso de la insolación a la ventana, más que los arbustos pequeños. b) (Sig. Pág.) En invierno se deberán podar los arbustos más que en verano.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

En síntesis, la vegetación en ambientes urbanos y arquitectónicos proporciona muchas ventajas, entre otras mejora al ambiente natural y da un bienestar tanto Bioclimático como psicológico al usuario.

Sí se lleva a cabo una adecuada selección de especies vegetales en el proyecto de forestación del sitio, se podrán obtener resultados muy gratificantes y económicos.



b) **Figura 29) Enredaderas que crecen sobre cables en pantallas frente a la fachada para control sola.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

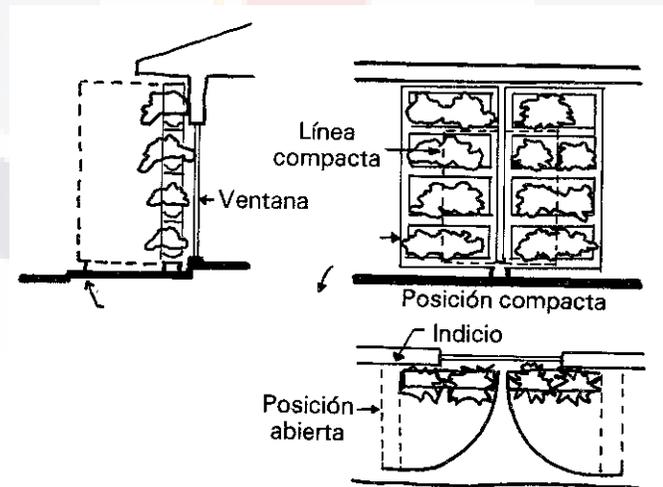


Figura 30) Esbozo de maceta controlada manualmente para el sombreado de ventanas. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

CAPÍTULO 4.

GEOMETRÍA SOLAR:

Desde el principio de los tiempos, el hombre primitivo se enfrentó a muchas adversidades en el medio en donde vivía. Surgieron necesidades que buscó satisfacer de la mejor manera posible, como fue el sustento, el vestido y un sitio donde resguardarse. Contar con un albergue seguro y confortable para ser fuerte a los problemas de su momento esta fue una de sus primeras necesidades importantes. Pronto aprendió a observar los fenómenos naturales, a desarrollar su imaginación, inteligencia y creatividad. Gracias a ello, aprendió a interpretarlos e intuyó el mejor modo de diseñar y construir su espacio, bajo los conceptos de alianza y respeto con la naturaleza y procuro ofrecer en su hábitat una “respuesta armónica” a las exigencias del entorno circundante. (Higueras, 2006)

Fue así, como nuestros antepasados han dejado notables testimonios de una arquitectura con sentido común en diversas partes del planeta, un ejemplo de esto lo tenemos en las innumerables construcciones primitivas y vernáculas. Desgraciadamente con la llegada de la revolución industrial en el siglo XVII se modificó drásticamente el proceso básico por el cual el hombre edificaba su hogar. A partir de ese momento desaparecieron de la arquitectura aquellos principios de respeto y armonía con la naturaleza que nuestros antepasados nos legaron. Se empezó a hacer un uso irracional de las fuentes de energía no renovables, como el carbón, el petróleo, el gas natural, etc. Los resultados más palpables y nocivos de esta conducta han sido entre otros: Un severo daño al medio y edificaciones totalmente inadecuadas, desde un punto de vista de control ambiental de los usuarios, lo que no sólo repercute negativamente en la economía de éstos, sino que también provoca daños en su salud por falta de un ambiente interior confortable y saludable. De toda la gama de factores naturales y condicionantes ambientales que interactúan en un proyecto, el **SOL** es, sin lugar a duda el que influye de manera más importante en el proceso arquitectónico. El control de la acción solar en la arquitectura tiene un carácter prioritario. La climatización natural de los edificios se logra en gran parte al controlar la acción del sol en estos y en su entorno.

EL SOL Y LA TIERRA. MOVIMIENTOS CARACTERÍSTICOS. RUTA APARENTE DEL SOL Y DE LA BÓVEDA CELESTE:

El sol siendo el estrella más cercana a nuestro planeta, tiene una edad estimada de 5000 millones de años, se considera que ésta en su etapa media de vida; además, siendo este un esfera graciosa formada principalmente por hidrógeno y helio. En su núcleo, en condiciones extremas de temperatura y presión, ocurren reacciones de fusión termonuclear de una gran magnitud, al transformarse aproximadamente 564 millones de toneladas de hidrógeno en 560 millones de toneladas de helio; de este modo se disipan enormes torrentes de energía hacia el espacio infinito, en forma de radiación electromagnética de alta frecuencia en diferentes longitudes de onda. (Héctor Ferreiro, 1991.).

La energía del sol es la fuente primaria de calor y luz en la tierra. La acción del sol en la tierra trae beneficios a hombre desde los puntos de vista térmico, económico, higiénico y psicológico. La localización, orientación y forma de un edificio se deberán de analizarse para obtener el máximo provecho de estos beneficios, ya que el control de la radiación solar es el factor más importante. Desde el punto de vista térmico. Los rayos Solares deberán penetrar y ser absorbidos en las edificaciones cuando se requiera o ser rechazados cuando éstos sean indeseables. El objetivo en el diseño Bioclimático es buscar y mantener un punto de balance un equilibrio entre los periodos de

bajo calentamiento cuando la energía solar represente un beneficio, y de sobrecalentamiento cuando la radiación se debe evitar al máximo en las edificaciones. Un buen diseño de dispositivos de sombreado y control solar en la edificación puede contribuir considerablemente para dicho objetivo y ayudar al logro de condiciones óptimas de bienestar ambiental para los usuarios, esto provocará una reducción en los consumos energéticos de las edificaciones.

El Sol, con sus componentes lumínicos, afecta de manera directa a la distribución y orientación de los espacios interiores de una edificación así como el tamaño, geometría y localización de las aberturas o vanos en un edificio.

Del total de energía solar interceptada por la tierra, incluida la atmósfera, el 35% es reflejada nuevamente hacia el espacio exterior por acción de las nubes y de partículas suspendidas en la atmósfera. Los elementos que componen la atmósfera y extensión de esta, que la radiación solar atraviesa, determinan la cantidad que recibe la superficie terrestre. Durante el día, cuando el sol está en el cenit, la radiación solar viaja a través de una menor cantidad de atmosfera, en su ruta hacia la tierra. A medida que el sol se acerca al horizonte, la ruta de la radiación solar, a través de la longitud de la atmósfera, es más extensa. De esta manera, en cuanto mayor sea la atmósfera o masa de aire que la radiación solar debe atravesar, menor será su contenido de energía, debido a una mayor absorción y dispersión de la radiación por la atmosfera.

La intensidad de la radiación solar que llega a la parte superior de la atmósfera se conoce con el termino de constante solar y equivale aproximadamente al 1353 W/m^2 .

Movimientos característicos de la tierra: En lo que respecta a los movimientos de la tierra, esta presenta infinidad de ellos, pero sólo dos son los más significativos siendo estos el movimiento de traslación y el de rotación.

El movimiento de traslación es orbital alrededor del Sol lo cual transcurre en un año solar de 365 días 5:48:46, con una velocidad de desplazamiento o de aproximadamente de 29 km/h. Siendo este un movimiento de órbita elíptica, casi circular, que es el resultado de la fuerza de gravedad del sol y la fuerza centrífuga debido al inercia de la tierra (ver figura de los movimientos característicos de la tierra). El Sol se encuentra ligeramente descentrado, su distancia mayor es de aproximadamente 152 millones de kilómetros a la cual se le llama afelio, y su perihelio que es la distancia corta es de 147 millones de kilómetros aproximadamente. La tierra pasa por el perigeo el 1° de enero, y por el apogeo el 1° de julio.

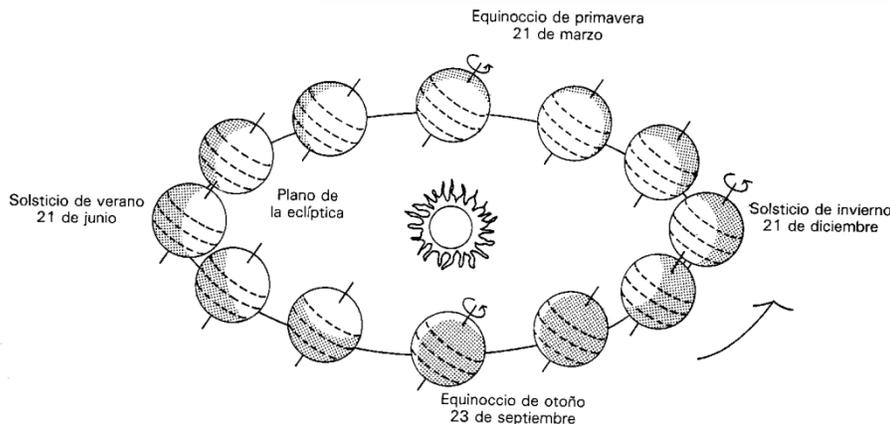


Figura 31)
Movimientos característicos de la Tierra. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

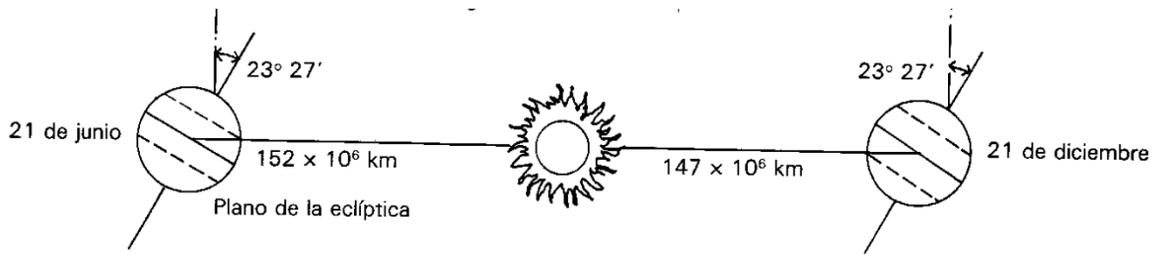
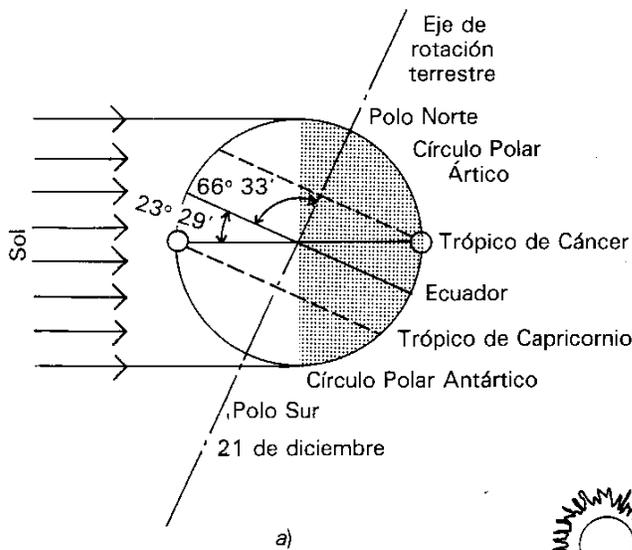


Figura 32) **Plano de la elíptica del movimiento de la Tierra.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

El movimiento de rotación se realiza al girar la tierra sobre su mismo eje en 24 horas. Este eje es una línea imaginaria que une a los dos polos del norte al el sur.

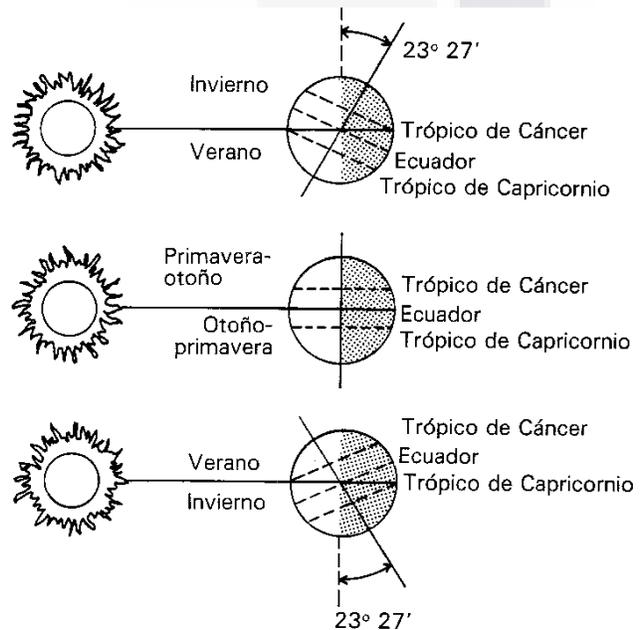
Al realizar una revolución completa, la tierra en su movimiento de traslación describe un plano que contiene a su misma órbita. Este plano recibe el nombre de **plano de la eclíptica**, y forma un ángulo de $23^{\circ}26'44.7''$, que para fines prácticos se considera de $23^{\circ} 27'$ Con respecto a su eje de rotación. (National Aeronautics and Space Administration)



La máxima intensidad de la radiación solar se presenta siempre en un plano normal a su dirección, no obstante, debido a que le inclinación del eje de rotación terrestre se mantiene siempre paralelo asimismo a lo largo de su desplazamiento orbital, los rayos Solares inciden particularmente sobre la tierra, en un punto distinto, cada día del año. Por lo tanto la intensidad de la radiación solar en la superficie terrestre variará según las condiciones atmosféricas y las

coordenadas Solares. Éstas se establecen en función de la longitud de la masa de aire o atmósfera que la radiación solar tiene que atravesar, como ya habíamos visto anteriormente, de acuerdo con las variaciones horarias y diurnas, a lo largo del año.

Figura 33 Y 34) **a) Muestra las líneas imaginarias que definen incidencias particulares de los rayos solares en la tierra, b) Periodos de incidencia normal de los rayos solares en la tierra.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)



b)

Por lo tanto se concluye que las variaciones climáticas estacionales se deben a la inclinación de la tierra. El 21 de junio, aquellas regiones geográficas que se encuentran a una latitud de $23^{\circ} 27' A$ al norte del Ecuador recibirá los rayos Solares perpendicularmente. En esa fecha ocurre en el hemisferio norte lo que se llama **solsticio de verano**, mientras que en el hemisferio sur se inicia el **solsticio de invierno**. Las líneas imaginarias que pasan por los lugares donde ocurren estos acontecimientos se llaman trópico de cáncer y trópico de capricornio, en el hemisferio norte y sur respectivamente. El mayor número de horas de luz y hornada es experimentado el 21 de junio en el hemisferio norte y el 21 de diciembre en el hemisferio sur. (National Aeronautics and Space Administration)

Por esta razón el 21 de junio se presentan el polo norte un día de 24 horas de luz diurna, mientras que en el polo sur habrá obscuridad total durante esas mismas 24 horas. El 21 de diciembre sucede lo contrario, mientras el polo norte está en penumbras, el polo sur tiene 24 horas de luz.

Existen dos momentos en el año durante los cuales los rayos Solares inciden de forma perpendicular sobre el Ecuador, es decir con una inclinación de 0° . El primero sucede el 21 de marzo y se le llama **equinoccio de primavera**, mientras que el segundo se presenta el 23 de septiembre y se denomina **equinoccio de otoño**. En estos dos días todo el planeta gozará de noches y días con la misma duración. (National Aeronautics and Space Administration)

Por todo esto o afirmamos que las fechas más significativas e importantes por lo que respecta a la posición de la tierra en relación con el sol y la incidencia de sus rayos son:

El 21 de marzo y 23 de septiembre siendo estos días los equinoccios de primavera y otoño respectivamente. 21 de junio y 21 de diciembre, siendo los auspicios de verano e invierno.

Durante estas fechas, los rayos Solares que inciden perpendicularmente en la superficie terrestre forman, por su movimiento de rotación axial, los círculos imaginarios del trópico de cáncer, del trópico de capricornio y del Ecuador. (Ver las figuras líneas imaginarias que definen las incidencias particulares de los rayos Solares en la tierra y los periodos de incidencia normal en la tierra).

Las regiones localizadas a los trópicos toca le eclíptica durante los auspicios, a su vez, los círculos Polares ártico y antártico contiene los puntos más remotos, a partir del eclíptica, durante los solsticios. El círculo polar ártico se encuentra en el hemisferio norte a 66.5° , mientras que el círculo polar antártico está en el hemisferio sur también a 66.5° , uno hacia el norte y el otro es el sur respectivamente. Durante los solsticios, estos dos círculos delimitan las regiones del planeta donde la duración de ley de la noche es de 24 horas. (National Aeronautics and Space Administration)

Dichas variaciones en el ángulo de incidencia de los rayos Solares sobre la superficie terrestre, debidas a la inclinación terrestre con respecto al plano de la eclíptica, determinan la duración de los días y de la noche a lo largo del año. También provocan un calentamiento o no uniforme en el planeta, con altas diferencias de presión que originan desplazamientos atmosféricos compensatorios, los cuales constituyen los vientos. Determinan también las estaciones, con las características climáticas que todos conocemos, así como los diversos factores ambientales de la naturaleza y las diferentes formas de vida en el planeta.

Ruta aparente del sol y de la bóveda celeste: Se sabe que la tierra gira sobre su mismo eje y en torno al sol, lo cual constituye los dos movimientos característicos anteriormente descritos; sin embargo, para efectos prácticos, supondremos que el Sol es quien describe un “movimiento aparente” alrededor de la tierra; de hecho, así lo percibimos ya que el fenómeno resulta equivalente debido al carácter relativo del movimiento terrestre con respecto al sol. (Organizacion Panamericana de la Salud, 2005)

Esta consideración geométrica retoma la teoría de Copérnico para comprender mejor el funcionamiento o en los fines prácticos de diseño. Conceptualmente permite construir los diagramas Solares. En el “movimiento aparente” del sol alrededor de la tierra, un observador situado sobre un plano horizontal percibirá el desplazamiento del sol de tal modo que describe trayectorias u órbitas circulares paralelas a lo largo de un año, proyectada sobre una semiesfera transparente denominada bóveda celeste, desde donde cualquier rayo solar, sin importar la posición del sol, estará dirigido al centro de esta semiesfera. Por lo tanto, el cielo se considera como una semiesfera que descansa sobre un plano horizontal, de cierto lugar del planeta. Cualquier objeto en el espacio se representará por su proyección en la bóveda celeste y su posición estará referida a una red de círculos, donde se localizaron los ángulos Solares de altitud y azimut. (Organizacion Panamericana de la Salud, 2005)

Las trayectorias de él “movimiento aparente” del sol, éstas por un observador en la tierra, se denominan ruta del sol. En la bóveda celeste imaginaria su ubican los puntos conocidos como cenit, que es él punto vertical más alto de la bóveda, y nadir, que es L punto diametralmente opuesto.

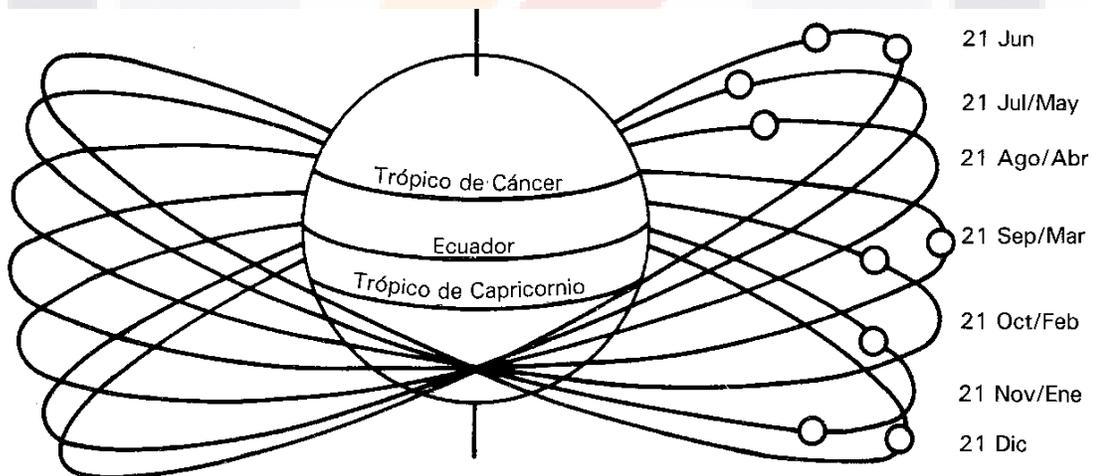


Figura 35) **Movimiento aparente del Sol alrededor de la Tierra.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Para localizar un punto sobre la superficie terrestre, se utiliza las dos coordenadas geográficas conocidas como latitud y longitud. Así, la latitud de un lugar o paralelo es el Angulo que forma la vertical de lugar con respecto al plano del Ecuador (se cuenta de 0 a 90°). En el hemisferio norte se considera positiva, haciendo en el sur la negativa. La longitud o semimeridiano de un lugar es el Angulo diedro que forma el meridiano que pasa por el lugar en estudio, con respecto al meridiano de origen (generalmente se considera el meridiano de Greenwich = 0°), y cuenta de 0 a 180°, hacia el este u oeste del meridiano de origen.

A fin de localizar la posición del sol en el espacio buena bóveda celeste imaginaria, habremos de utilizar las dos coordenadas: altitud y acimut. Estas coordenadas Solares constituyen los datos básicos para cualquier estudio de asoleamiento en el diseño Bioclimático y de tecnología solar.

Si en resumen, la posición del sol en la bóveda celeste depende de lo siguiente:

- a) El Angulo de declinación.
- b) El Angulo horario (este ángulo es una medida del movimiento del sol en relación con el mediodía solar; se mide en grados, en un plano perpendicular al eje terrestre, y se requieren aproximadamente de 24 horas para que la tierra de un giro completo de 360° en torno a su mismo eje; por tanto, cada hora equivale a 15° de longitud).
- c) La latitud.

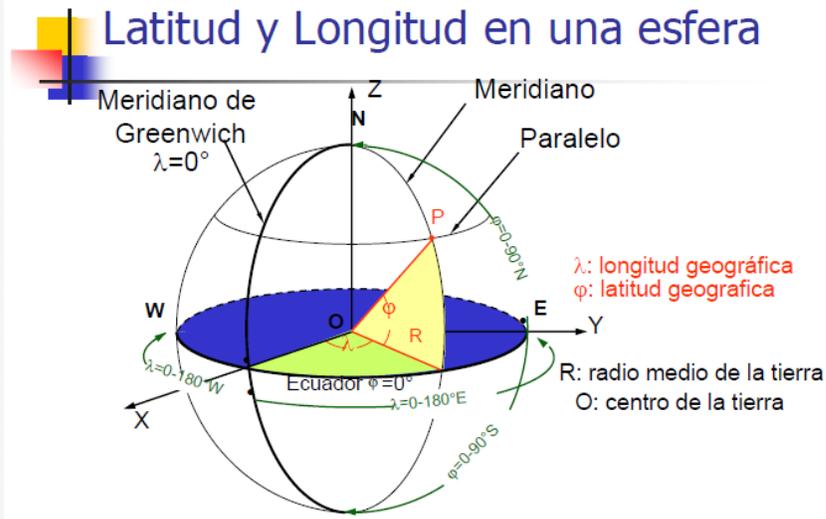


Figura 36) **Latitud y longitud en una esfera.** Fuente: (Martinez, 2008)

Así la posición del sol estará determinada por sus coordenadas: altitud y acimut. Finalmente, en la tierra, cualquier sitio queda determinado por sus coordenadas: latitud y longitud.

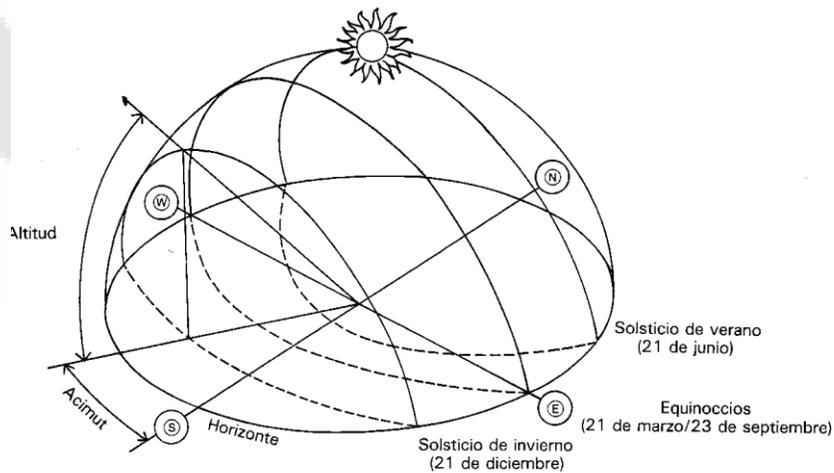


Figura 37) **Bóveda Celeste.** Altitud es el ángulo formado por el rayo solar dirigido al centro de la bóveda celeste y el plano del horizonte; se mide a partir del plano del horizonte hacia el cenit, de 0° a 90°. Acimut es el ángulo diedro formado por la proyección del rayo solar sobre el horizonte con el eje N – S verdadero; se mide a partir del Sur de 0° a 180°, hacia el Este u al Oeste. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA POSICIÓN DEL SOL Y SU EFECTO EN LAS EDIFICACIONES CON FINES DE DISEÑO Y EVALUACIÓN:

Existen muchos métodos para conocer y analizar el comportamiento o solar en las edificaciones, a fines de diseño y evaluación. Por mencionar algunos de ellos son:

- a) Modelos matemáticos
- b) Algoritmos.
- c) Nomogramas.
- d) Diagramas gráficos.
- e) Modelos físicos tridimensionales.
- f) Programas computacionales.
- g) Medios fotográficos en combinación con métodos gráficos.

Los métodos matemáticos proporcionan información precisa y se recomiendan cuando se requiere un alto grado de qué exactitud y, como por ejemplo, en caso de cálculos de dispositivos Solares activos (colectores Solares, fotoceldas, etc.), balance de energía, transferencia térmica, cálculo y evaluación de un comportamiento térmico de materiales y sistemas constructivos, etc.

Los métodos gráficos y con modelos físicos tridimensionales son los más prácticos para los arquitectos. Aun cuando no proporcionan la misma actitud que los métodos matemáticos, dan una aproximación bastante aceptable; además, resultan más conocidos por el diseñador y lo ilustran con la necesaria aproximación los fenómenos del impacto solar en la arquitectura.

Métodos matemáticos con modelos analíticos, algoritmos y nomogramas: Por medio de los métodos matemáticos es posible determinar las coordenadas Solares en forma precisa. Para ello se requiere conocer las coordenadas geográficas del lugar por estudiar (latitud y longitud), el día del año y la hora solar u oficial en que se deba fijar la posición del sol. La ecuación que permite determinar la hora solar verdadera es la siguiente:

$$\text{Hora Solar} = \text{Hora Oficial} + E + 4' (\text{Lstd} - \text{Lloc})1$$

Donde:

- **E** = ecuación del tiempo (a medida que la tierra se traslada en torno al sol, su velocidad varía de acuerdo con su distancia de éste. Cuanto más cerca está la tierra del sol, más lenta será su velocidad, mientras que conforme se aleje más, su velocidad aumentará. A esa diferencia de velocidad de la tierra se debe que haya una variación entre la hora solar y la hora oficial de la tierra. La grafica de la ecuación del tiempo indica el número de minutos que deben sumarse o restarse a la ecuación 1 para determinar la hora solar u oficial).
- **4'** = 4 minutos.
- **Lst** = longitud del meridiano de referencia horaria oficial.
- **Lloc** = longitud del meridiano local.

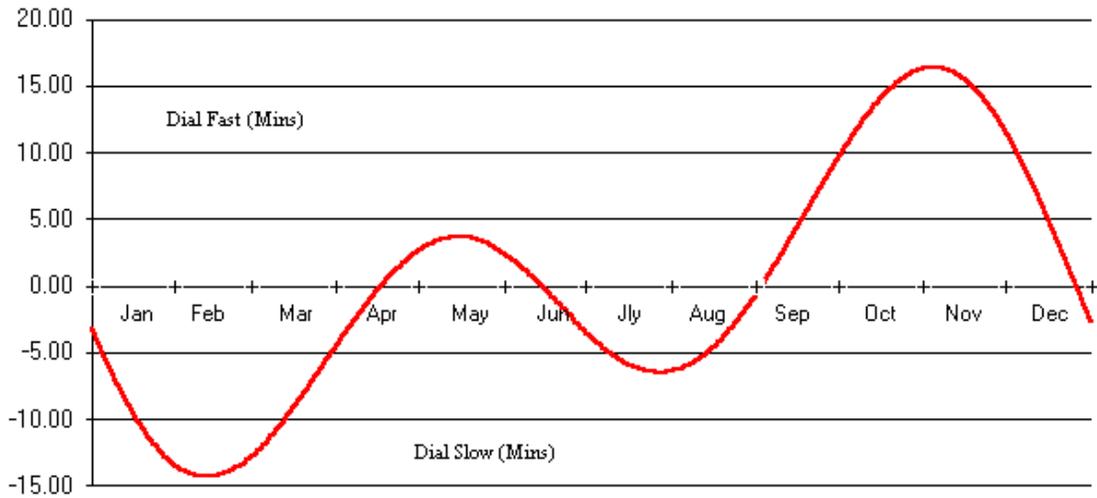


Figura 38) **Ecuación del tiempo.** Fuente: (Colegio Apostol Santiago Jesuitas)

Las longitudes de los meridianos de referencia para México (hora oficial) son:

- a) Meridiano 120 °W: Baja California Norte, excepto partir del último domingo de abril al último do mingo de octubre, que cambia a 105 °W.
- b) Meridiano 150 °W: Baja California Sur, Sonora, Sinaloa Y Nayarit.
- c) Meridiano 90° W: el resto del país (hora del centro).

Para efectos de cálculo, la hora solar debe expresarse en grados, el meridiano celeste del sol respecto a la posición del meridiano solar. El Angulo horario (H) a las 12 hrs. Es igual a 0°. Sí cada 15° de longitud equivalen a 60 minutos, un grado de longitud equivale a 4 minutos. (H) es positivo para las horas A.M., Y negativo para las horas P.M...; Por ejemplo, a las 10:00 A.M., El Angulo horario (H) = + 30, mientras que a las 2:00 P.M., (H) = - 30.

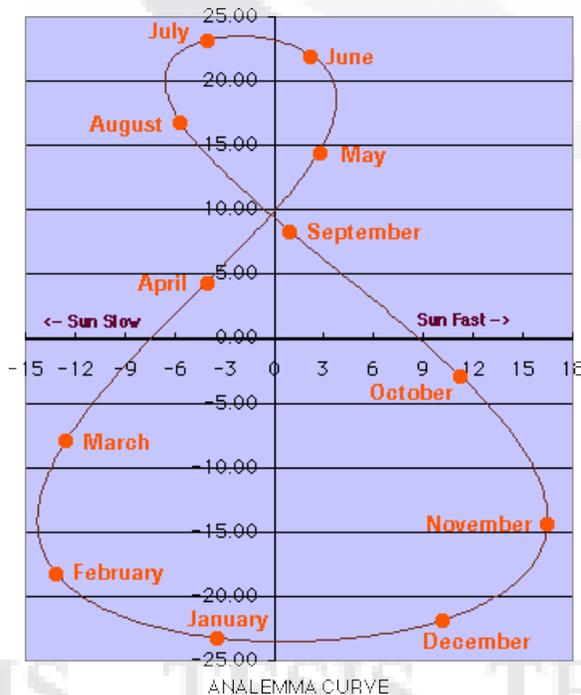


Figura 39 y 40) **Izquierda: Esta curva en forma de ocho se conoce con el nombre de analema y es la base de la construcción de relojes de sol más** Fuente: (Colegio Apostol Santiago Jesuitas), **Derecha: Si fotografiamos el sol distintos días a la misma hora oficial y superponemos las imágenes, obtenemos la "analema solar" como puede verse en la foto.** Fuente: (Colegio Apostol Santiago Jesuitas)

La Ecuación del Tiempo tiene dos causas. La primera es que el plano del Ecuador de la Tierra está inclinado con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol. La segunda es que la órbita de la Tierra alrededor del Sol es una elipse y no una circunferencia.

MÉTODOS GRÁFICOS: DIAGRAMAS SOLARES DE TRAYECTORIA Y POSICIÓN. MÉTODOS DE PROYECCIÓN.

PROYECCIÓN ORTOGONAL:

La proyección ortogonal es la representación de la bóveda celeste y la ruta del sol en montea biplanar (ver figura de proyección ortogonal). En esta proyección se puede localizar fácilmente posición del sol, en cualquier lugar, y día del año. Para efectos prácticos, se sugiere trazar la proyección ortogonal de la bóveda celeste contiene las horas a cada 15° y los meses de acuerdo con las declinaciones correspondientes (ver la tabla siguiente de valores de la declinación) ya sea en el plano vertical o en el horizontal, con lo cual se puede localizar cualquier hora, día o mes. Una vez pasado el rayo solar correspondiente, se podrán determinar los valores de los ángulos Solares de altitud y acimut, referidos a la proyección vertical y horizontal.

Fecha	Declinación	Fecha Equivalente	Declinación	Declinación promedio.
jun-21	+ 23° 27'	jun-21	+ 23° 27'	+ 23° 27'
jun-11	+ 23° 05'	jun-01	+ 23° 08'	+ 23° 06'
jun-01	+ 22° 02'	jun-11	+ 22° 09'	+ 22° 03'
may-21	+ 20° 09'	jul-21	+ 20° 31'	+ 20° 20'
may-11	+ 17° 50'	jul-01	+ 18° 05'	+ 17° 57'
may-01	+ 15° 01'	jul-11	+ 15° 21'	+ 15° 11'
abr-21	+ 11° 48'	ago-21	+ 12° 12'	+ 12° 00'
abr-11	+ 08° 15'	ago-01	+ 08° 22'	+ 08° 18'
abr-01	+ 04° 28'	ago-11	+ 04° 39'	+ 04° 33'
mar-21	+ 00° 10'	sep-21	+ 00° 47'	+ 00° 28'
mar-11	- 03° 47'	sep-01	- 03° 06'	- 03° 26'
mar-01	- 07° 39'	sep-11	- 06° 57'	- 07° 16'
feb-21	- 10° 37'	oct-21	- 10° 38'	- 10° 38'
feb-11	- 14° 05'	oct-01	- 14° 22'	- 14° 13'
feb-01	- 17° 09'	oct-11	- 17° 22'	- 17° 15'
ene-21	- 19° 57'	nov-21	- 19° 23'	- 19° 55'
ene-11	- 21° 51'	nov-01	- 21° 47'	- 21° 48'
ene-01	- 23° 02'	nov-11	- 22° 59'	- 23° 00'
dic-21	- 23° 27'	dic-21	- 23° 27'	- 23° 27'

Tabla 6) **Tabla de valores de inclinación.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

La lectura del acimut se lleva a cabo directamente en la proyección horizontal; no obstante, para obtener la lectura correcta del ángulo de altitud en la proyección vertical, es necesario hacer un giro del rayo solar, a efecto de que se pueda tener y calcular en su verdadera forma y magnitud.

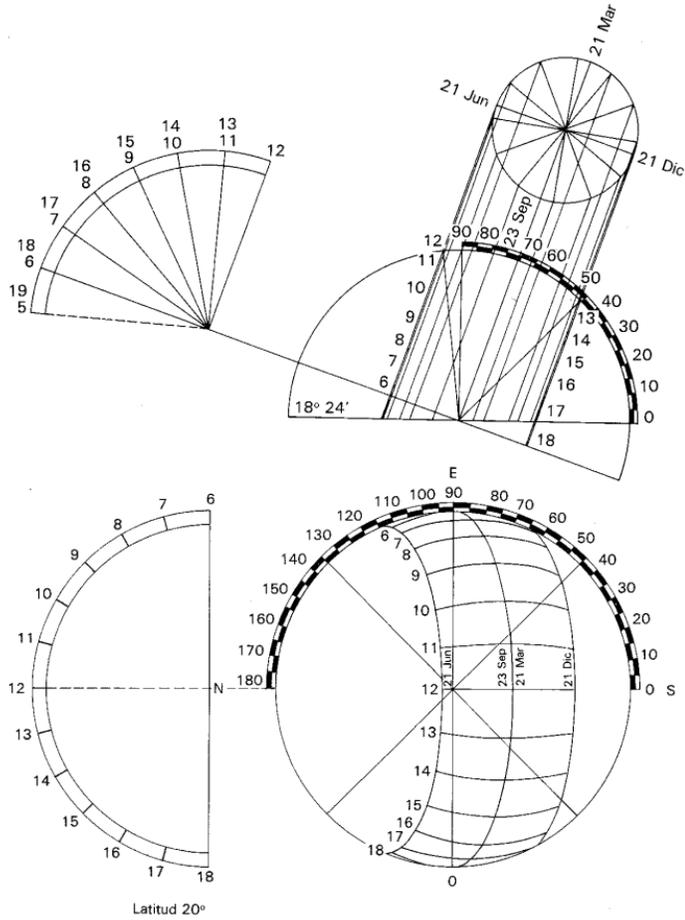


Figura 41) **Proyección ortogonal.** Fuente: (García, 1985)

PROYECCIÓN CILÍNDRICA:

Este método es una derivación simplificada de la proyección Ortogonal, y fue diseñado por el arquitecto Miguel Beltrán de Quintana en 1937. (Acosta, 1976). Consiste en transformar la bóveda celeste en un cilindro tangente a ésta. De forma tal que el trazo de las horas en las proyecciones vertical y horizontal se resuelva con líneas rectas paralelas.

Al comparar los métodos de proyección ortogonal y cilíndrica, se observa que la primera tiene la ventaja que ilustra la trayectoria solar en forma más realista, además, se representa en un lenguaje gráfico más cómodo para el diseñador, Albert aplicarse las vistas en planta, ha alzado y perfil o corte. Por lo tanto, la rota solar y los diversos elementos arquitectónicos se pueden correlacionar en forma gráfica directa. Mediante estos dos métodos, se puede hacer un análisis director de sombras y penetraciones Solares así como diseñar y evaluar dispositivos de sombreado y control solar. Para ello sólo se requiere transportar las proyecciones de los rayos Solares a las plantas, cortes y alzados de un proyecto arquitectónico.

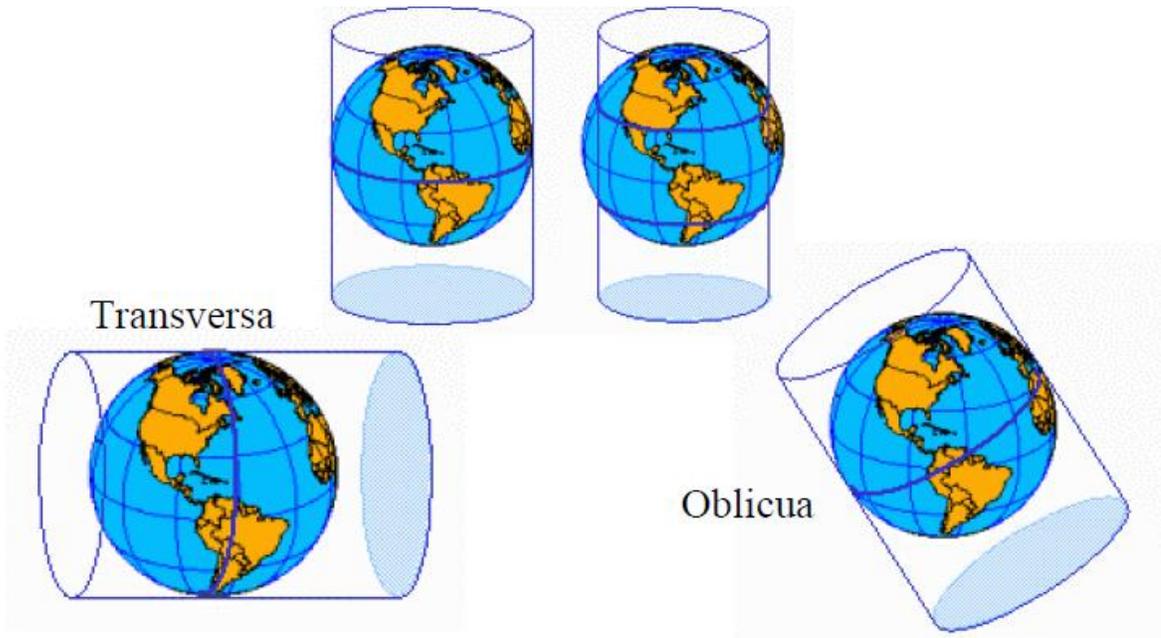


Figura 42) **Tipos de proyección cilíndricas.** Fuente: (Martinez, 2008)

PROYECCIÓN EQUIDISTANTE O POLAR:

En esta proyección se representa en un solo plano lazo coordenadas celestes. Consiste básicamente en construir un sistema de coordenadas Polares, a partir del conocimiento previo de los valores de los ángulos de altitud y acimut, que será pican en esta proyección. Los valores del ángulo de acimut se refieren a los planos de orientación por cuadrantes y las alturas se representan en los círculos concéntricos equidistantes, cuyos valores incrementan hacia el centro, donde se localiza la altura solar máxima (90°). Este método de proyecciones se combina con una mascarilla de sombreado, que se construye con planos oblicuos, los cuales en esta proyección contienen los rayos Solares para las diversas alturas del sol, a fin de analizar los patrones de sombras y calcular, diseñar y evaluar dispositivos de control solar. Así como estudiar el efecto o de obstrucciones en el interior y exterior de las edificaciones. (Ver la grafica de la proyección equidistante).

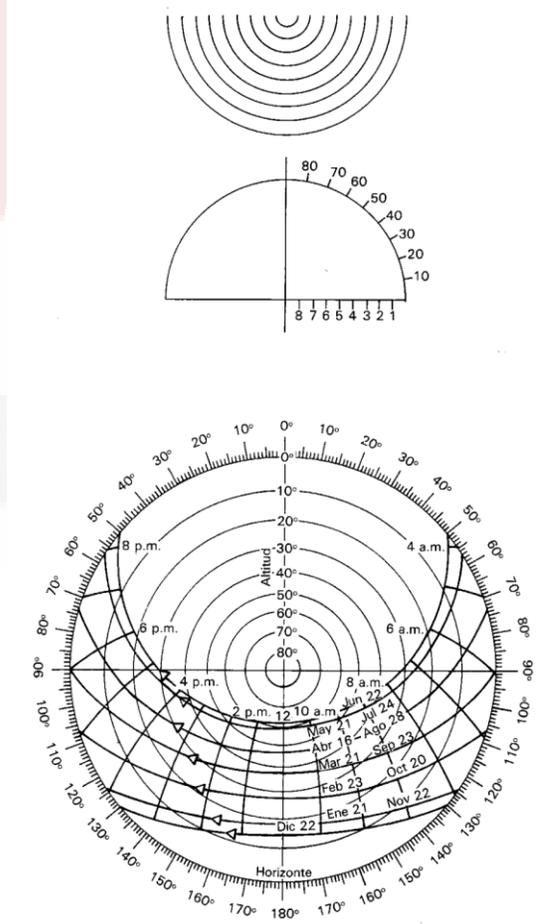


Figura 43) **Proyección equidistante.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA:

En este método de proyección también se representan las coordenadas Solares en un solo plano. Esta proyección, es una representación de la trayectoria solar basada en la proyección ortogonal, consiste en transportar la ruta del sol sobre la bóveda celeste, en un plano horizontal (ver la figura de la predicción estereográfica). El procedimiento de su trazo consiste en proyectar cada punto o hacia el nadir de la esfera celeste donde se intercepta las líneas de proyección con el plano horizontal; hay que dar a las ubicadas las proyecciones estereográficas de estos puntos. La mayor ventaja que ofrece este método es que lo produce la distorsión en las fronteras de la grafica, como sucede en el caso de la proyección Ortogonal o cilíndrica, debido a que es una representación plana de la ruta solar. Por tanto, la lectura de los ángulos Solares se facilita, ya que se encuentran concentrados en una misma gráfica. Este método de proyección es el más recomendable por su versatilidad y sencillez de compresión y aplicación; además, es muy útil para el estudio de sombras proyectadas por elementos, así como por el análisis, diseño y evaluación de dispositivos de control solar. En las gráficas de proyección estereográfica se pueden sobreponer diagramas de sombreado, diagramas energéticos de radiación o iluminación o establecer en ellas los rangos y variaciones de temperaturas ambiente de determinada localidad que se desee analizar.

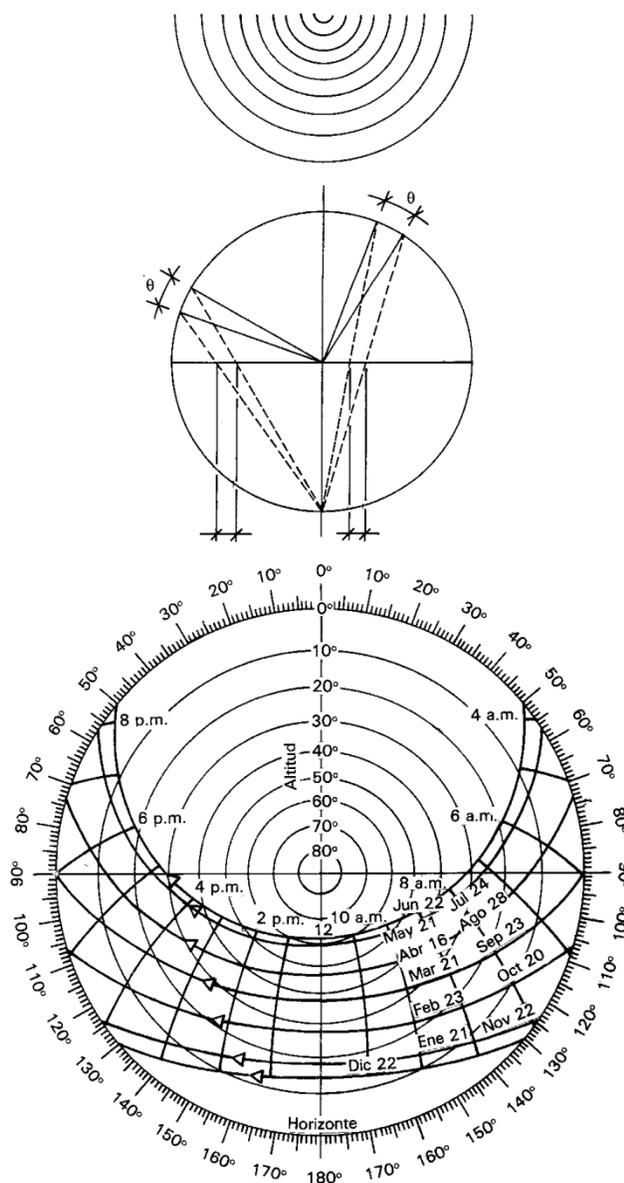


Figura 44) **Proyección estereográfica.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Proyección de ejes cartesianos:

Este método consiste en graficar las coordenadas Solares sobre un sistema de ejes cartesianos. Se utiliza principalmente para estudiar posibles obstrucciones de sol que elementos naturales o artificiales provoquen en el interior o exterior de un edificio o en un espacio abierto, donde se desee analizar el efecto de los elementos circundantes a él.

Por ello, los diagramas Solares, que constituyen la base de los métodos gráficos, son una transformación geométrica de la bóveda celeste tridimensional en un diagrama bidimensional. La secuencia General para el trazo y aplicación de un diagrama solar es la siguiente:

- a) Escoger un método de proyecciones para transformar la bóveda celeste, este puede ser uno de los aquí nombrados o usar algún programa de computo de distribución libre como puede ser Helios, Archisun, etc.
- b) Establecer el sistema de coordenadas que representen las líneas de altitud y longitudes celestes.
- c) Localizar la posición del sol por periodos horarios diurnos y mensuales (hora, día y mes).
- d) Conectar todas las posiciones del sol para indicar su ruta horaria y diurna.
- e) Repetir el procedimiento para varias fechas durante el año de la ruta del sol.
- f) Conectar las posiciones del sol a la misma hora, pero en días diferentes.

El resultado de dicha secuencia General para el trazo de diagramas Solares es la representación de la ruta del sol en un formato hora-día-mes ortogonal, cilíndrico, estereográfico, equidistante o matricial. En el diagrama solar correspondiente a determinado lugar, cualquier día y hora del año se pueden establecer con precisión y obtener la lectura, en las escalas apropiadas, de los ángulos Solares de altitud y acimut. (Ver diagrama de la proyección de ejes cartesianos).

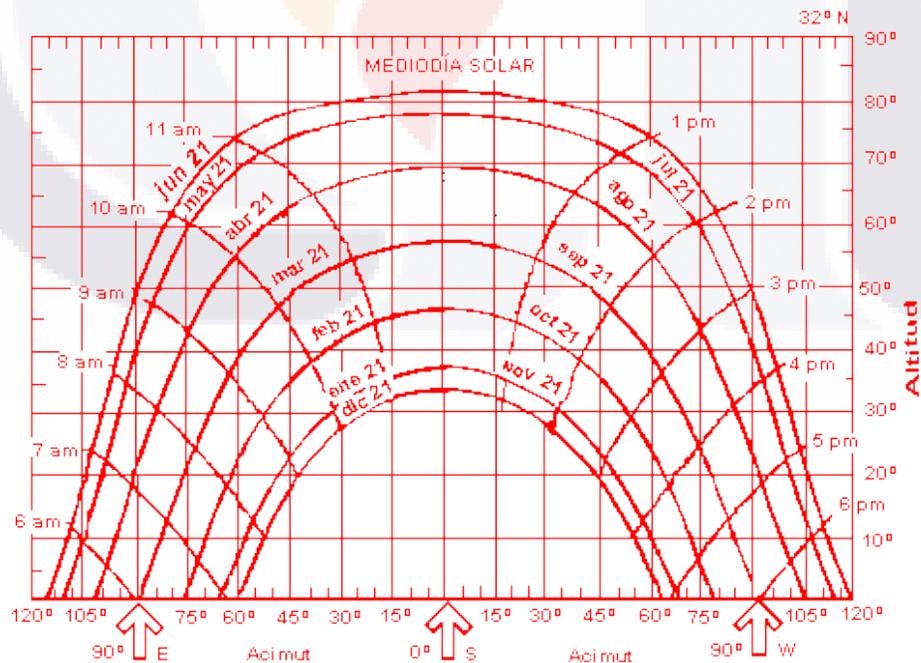


Figura 45) **Proyección de ejes cartesianos.** Fuente: (Organizacion Panamericana de la Salud, 2005)

DIAGRAMAS SOLARES PARA APLICACIONES EN EL DISEÑO BIOENERGÉTICO.

Cardioides De Asoleamiento: Estos diagramas se obtienen a partir de la “caja que contiene todos los rayos Solares” de las proyecciones cilíndricas y ortogonal. Permiten establecer el número de horas o porcentaje de asoleamiento: “horas de sol posible” que recibe una edificación en cada orientación. En estos diagramas no se considera cuantitativamente el impacto de la radiación solar, sino sólo las horas de sol posibles un lugar en cierta fecha.

Mascarilla de sombreado y control solar: Esta mascarilla es un diagrama que permite determinar las áreas de sombra producidas por cualquier objeto dentro de la bóveda celeste. Este diagrama se obtiene a partir de un semicírculo de líneas curvas convergentes a los extremos del eje diametral. Tales resultan de bisecar la Bóveda celeste con planos inclinados a cada 10° de altura a partir del plano horizontal. Por tanto, la mascarilla de sombreado se forma con las líneas de intersección de la bóveda con los planos, y gráfica das estereográfica o equidistantemente (ver el diagrama de la mascarilla de sombreado).

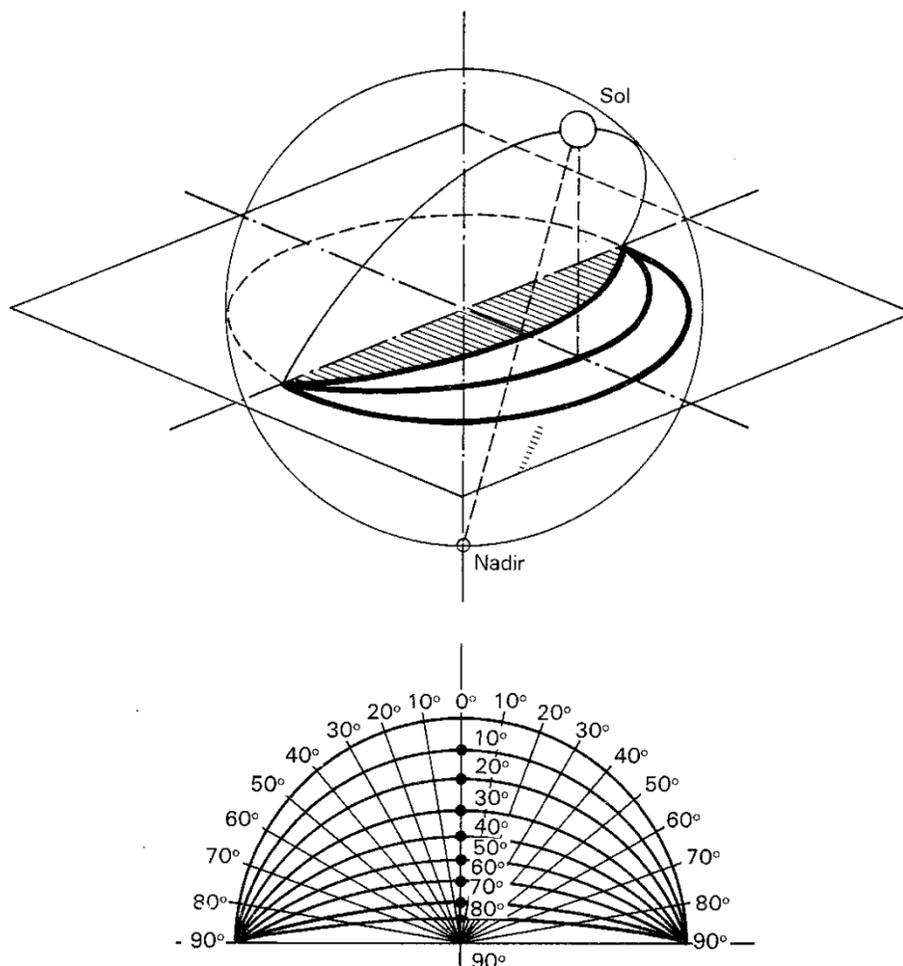


Figura 46) **Mascarilla de Sombreado.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Los ángulos acimutales de los objetos que producen las sombras se determinan en la línea recta radiales, dentro del semicírculo, mientras que los ángulos de altura de estos objetos obstructores se determinan en las líneas curvas convergentes.

Al sobreponer la mascarilla de sombreado a los diagramas Solares, ya sea estereográficos o equidistantes, se pueden determinar gráficamente las horas-día-me es en que se recibe la radiación solar incidente sobre una fachada. Sí está fachada tuviese algún dispositivo de control solar (volado, parteluz, revestimientos, celosías etc.), también se podrá valorar el grado de protección que ofrece al edificio, así se podrán determinar de modo cuantitativo y cualitativo las sombras proyectadas en el edificio, tanto interiores como exteriores.

Para diseñar dispositivos de control solar, se realiza el procedimiento o de modo en verso. Inicialmente se determinan los periodos cuando se requiere el sombreado, esto es, que días del año y entre qué hora y qué hora. Para llevar a cabo esto, es preciso determinar los periodos de sobrecalentamiento (cuando el sombreado es deseable y necesario) y debajo calentamiento (cuando el acceso de la radiación solar al interior de un edificio es necesaria y deseable) de un lugar de estudio. Para ello, se debe contar con información climática de lugar, de preferencia con datos horarios de temperatura y humedad, que a su vez son transferidos a los diagramas Solares (ver figura de las temperaturas horarias para la ciudad de México). Si se establece la cantidad y la calidad de los patrones de sombreado que se requieren en determinado proyecto, en ambos periodos de sobrecalentamiento y bajo calentamiento, en función de las condiciones ambientales del lugar y le intensidad de la radiación solar, se podrán diseñar óptimamente dispositivos de sombreado control solar.

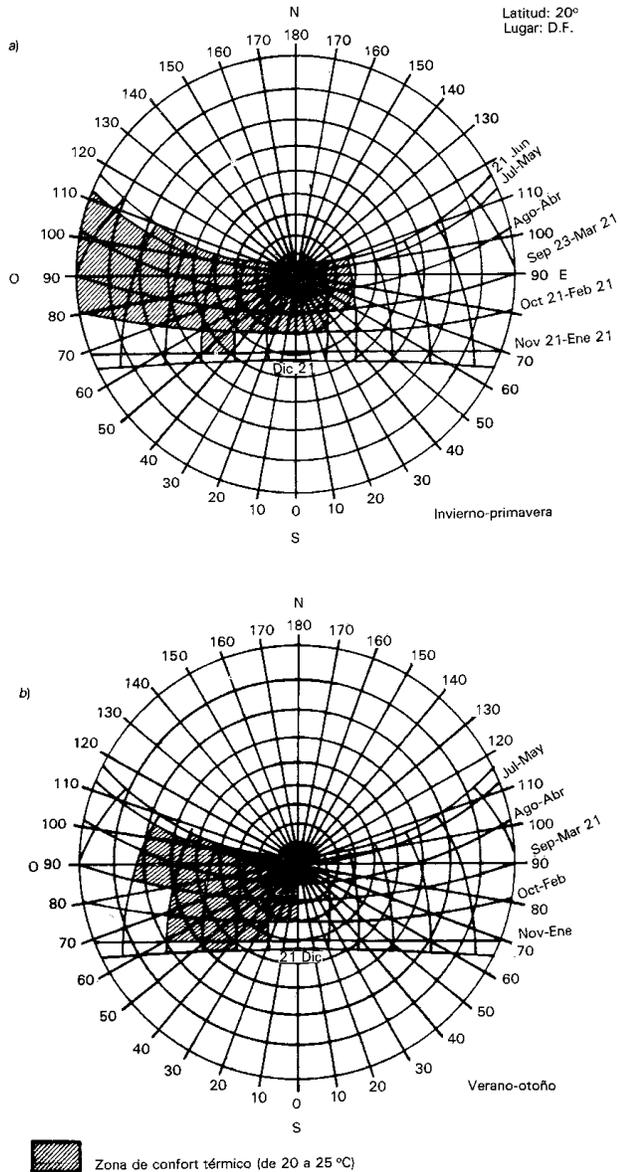


Figura 47) **Temperaturas horarias para la ciudad de México en la gráfica estereográfica de la ruta del Sol de acuerdo con los periodos de bajo calentamiento y sobrecalentamiento.** Fuente: (García, 1985)

DIAGRAMAS CUANTITATIVOS DE RADIACIÓN SOLAR:

Hay varios diagramas que permiten determinar la radiación directa, difusa o global que recibe cierto lugar. Éstos están en función del altura y el ángulo de incidencia solares. Con estos diagramas también se puede determinar la intensidad de la radiación solar en diferentes planos o superficies (horizontal, vertical, normales, a cierta inclinación, en los distintos puntos cardinales, etc.). Hay que señalar que los valores obtenidos en estos diagramas son teóricos, logrados en óptimas condiciones atmosféricas o específica supuestas, la mayoría de ellos son de manera analítica y procesados en computadora y no obstante, para efectos de diseño Bioclimático y sustentabilidad se pueden obtener resultados aceptables.

DIAGRAMAS CUANTITATIVOS DE LA LUZ NATURAL DISPONIBLE:

El calor helado son componentes de la radiación solar que, para fines de diseño Bioclimático son muy importantes. Cuando se diseñan dispositivos de sombreado y control solar, se deberá tener cuidado de no obscurecer es paz interior, para no utilizar innecesariamente los sistemas de iluminación artificial, lo cual vendría a contradecir las acciones que se pudieran realizar para ahorrar energía y proporcionar un ambiente agradable al usuario, desde un punto de vista térmico. Por lo tanto o, a fin de realizar un óptimo diseño de sustentabilidad y bioclimático, habrá de buscar siempre un balance o equilibrio entre los aspectos térmicos y lumínicos. Existen diversos diagramas que permiten predecir teóricamente la cantidad de iluminación en lux que las condiciones de so-cielo de determinado lugar pueden proporcionar. Sí se sobreponen estos diagramas a los de la ruta del sol, podrá conocer la hora-día-mes en que se tendrán determinadas cantidades de iluminación disponible.

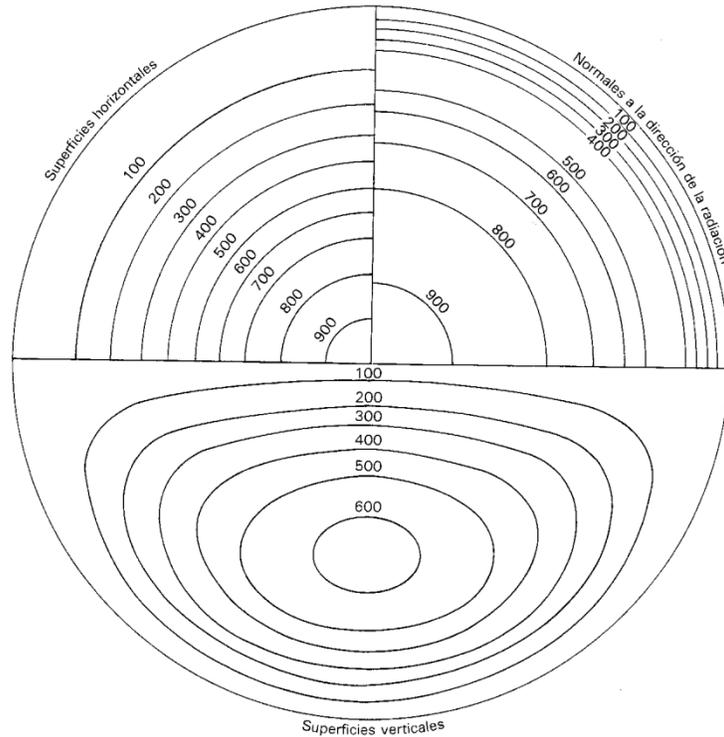


Figura 48) **Diagrama de superposición para calcular la intensidad de radiación solar directa en W/m2. Se deberá sobreponer en los diagramas solares estereográficos de la ruta del Sol correspondientes.** Fuente: (Koenisberg, 1974).

MÉTODOS CON MODELOS FÍSICOS TRIDIMENSIONALES DE SIMULACIÓN:

Proyección gnomónica (indicadores) y relojes solares): Este tipo de proyecciones es el más importante, ya que es el origen de todos los métodos analizados, además de casi todos los programas de computo existentes; consiste básicamente en trazar la trayectoria de la sombra en un plano del horizonte de un estilete⁶ o gnomon⁷ (WordReference.com Diccionario de sinónimos y antónimos, 2009) (Real Academia Española, 2009)(reloj solar), de manera que queden representados en dicho plano la combinación de alturas y acimuts para un punto cualquiera en el espacio, cuya altura sobre el plano horizontal se desee conocer. Por ello en esta proyección cada punto de la bóveda celeste es proyectado en un plano horizontal localizado en un punto superior de la bóveda. En el centro de la proyección se encuentra la posición del observador. La mayor desventaja de este método para calcular los ángulos solares es que el horizonte se extiende hacia el infinito, con lo cual dificulta la lectura de ángulos solares de baja altitud.

Desde épocas muy remotas se conoce la construcción y aplicación de relojes solares. Para efectos de diseño, los indicadores solares son elementos muy útiles. Al combinarlos con los modelos físicos de simulación, la sombra que proyecta un estilete permite simular o reproducir el efecto de la acción del sol en cualquier lugar, hora-día-mes, sobre determinado proyecto arquitectónico. Es muy importante hacer coincidir el norte del indicador solar con el norte geográfico verdadero del modelo que se analice. Es recomendable usar el sol directo como fuente luminosa para obtener mayor precisión y realismo del efecto solar en el proyecto. Con lo anterior, es posible analizar las sombras proyectadas y la penetración solar, así como diseñar y evaluar dispositivos de control solar como lumínico.

Para fines prácticos y en caso de que se desee se podrá construir un indicador solar universal, debiendo trazar un plano en el cual se proyectaban las sombras del gnomon, que sea siempre perpendicular al plano del Ecuador celeste. Para utilizarlo en cualquier latitud, bastará con inclinarlo de acuerdo con el paralelo de lugar correspondiente.

Otra forma sería, se construye un modelo simple a la escala conveniente. Puede estudiarse el edificio completo o una parte de él, por ejemplo una de las fachadas. Se utilizará el indicador solar universal, el cual se colocará en la maqueta haciendo coincidir el norte de la gráfica con el norte del proyecto.

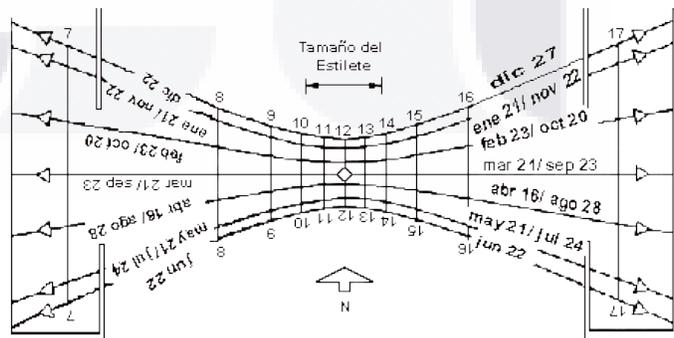


Figura 49) **Diagrama para el método del gnomon.** Fuente: (Organizacion Panamericana de la Salud, 2005)

⁶ punzón, puñal, daga, sonda, púa; <http://www.wordreference.com/sinonimos/estilete>

⁷ Indicador de las horas en los relojes solares más comunes, frecuentemente en forma de un estilo.

Antiguo instrumento de astronomía, compuesto de un estilo vertical y de un plano o círculo horizontal, con el cual se determinaban el acimut y altura del Sol, observando la dirección y longitud de la sombra proyectada por el estilo sobre el expresado círculo.

(http://buscon.rae.es/drael/SrvvtConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=estilete)

El gnomon o estilete debe tener la altura señalada. El estudio puede hacerse con el sol o con una lámpara de rayos paralelos. Se hace inclinar y rotar la maqueta hasta que la punta del estilete coincida con la fecha seleccionada, mes/hora. Pueden tomarse fotos de cada fecha estudiada para dejar constancia gráfica.

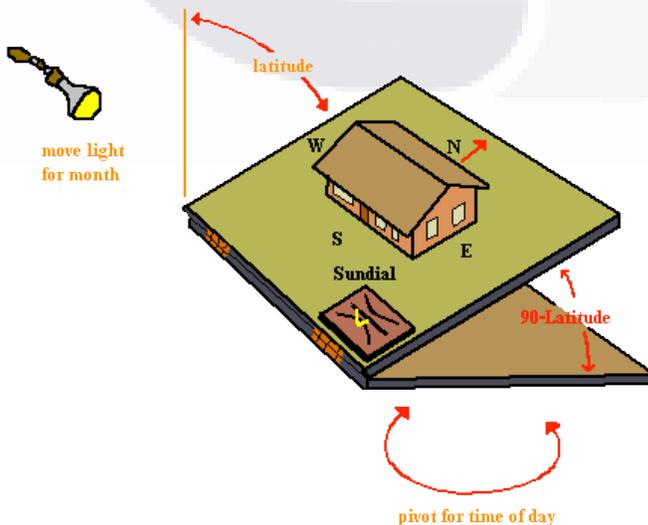
Heliodones y Termoheliodón: Los Heliodones son dispositivos que permiten disimular la ruta del sol aparente y su efecto en modelos físicos arquitectónicos. La mayor ventaja que se tiene al usar este tipo de herramienta es la panorámica tridimensional que ofrece del acceso solar en los proyectos arquitectónicos; por otra parte, tienen la desventaja que se requiere un equipo adicional y la construcción de modelos a la escala adecuada. Generalmente se usa una fuente luminosa artificial que simula la acción del sol. Esta fuente luminosa debe poseer características de paralelismo, para ser más congruente con el carácter del mismo tipo de los rayos Solares. Los heliodones tienen adaptado en su propio mecanismo las 3 variables de la geometría solar: lugar o latitud, hora y día del año. La latitud define el ángulo del rayo solar en relación con el lugar geográfico; la variación horaria define el Angulo horario del sol en cualquier momento del día, y la variación estacional define la declinación solar en un día específico. Una cuarta variable, la orientación, se debe determinar en el modelo y transportarla al heliodón.

Existen diversos tipos de heliodones, los cuales se pueden clasificar de manera General en:

- a) De fuente luminosa fija y modelo arquitectónico móvil.
- b) De fuente luminosa móvil y modelo fijo.
- c) De fuente luminosa y modelo móviles.

Figura 50) **Heliodón móvil y fuente luminosa fija.**

Fuente: (Laboratorio de Conforto Ambiental)



El Termoheliodón es un dispositivo de modelo fijo y fuente luminosa móvil, diseño de la universidad de Princeton. La mayor ventaja de este aparato es que simula las condiciones ambientales del lugar en estudio. (Ver la figura del Termoheliodón). Con este aparato podemos analizar las siguientes variables:

Figura 51) **Heliodón móvil y fuente luminosa móvil.** Fuente: (Energy Conservation) (INDUSTRIAL ARTS, 1999)

- a) Sombras y penetraciones Solares.
- b) Radiación solar directa sobre distintos elementos arquitectónicos.
- c) Temperaturas y humedades exteriores e interiores.
- d) Efecto del flujo lumínico del viento sobre edificaciones.
- e) Flujos convectivos de aire debido al calentamiento.
- f) Efectos de la topografía en el comportamiento del viento.
- g) Conducción termofísica de los materiales y sistemas constructivos.

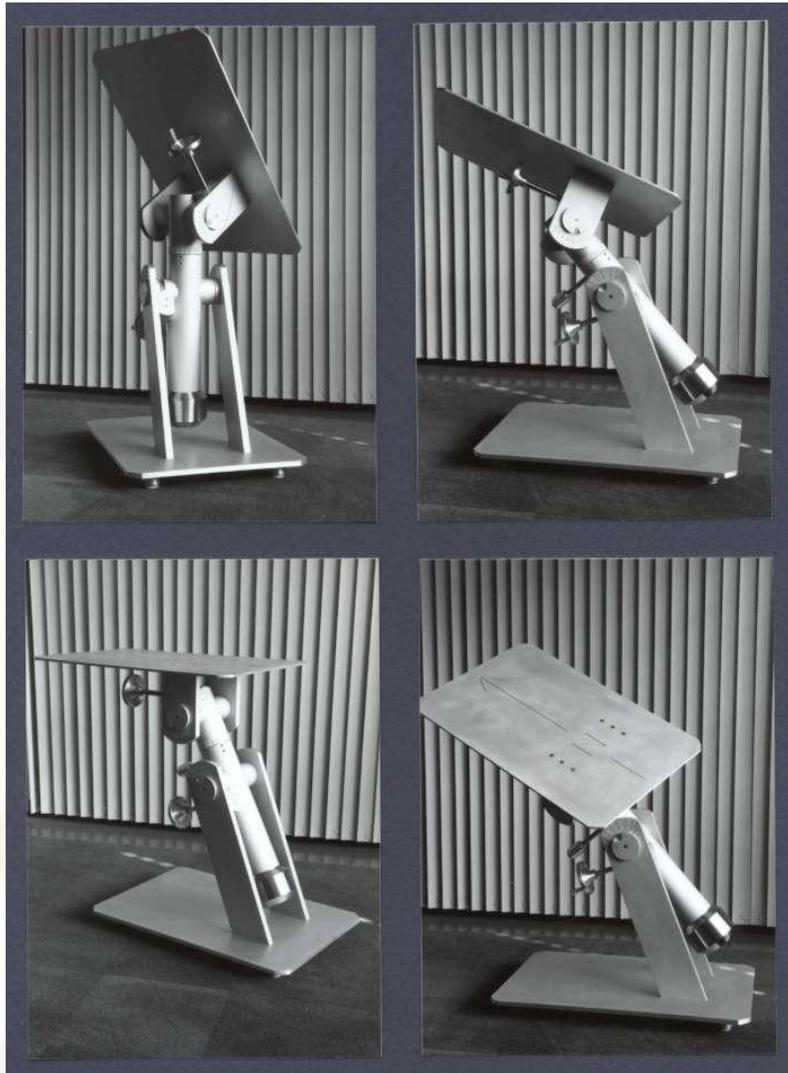


Figura 52) **Heliodón móvil y fuente luminosa fija y/o móvil.** Fuente: (Energy Conservation) (INDUSTRIAL ARTS, 1999)

Indicadores de obstrucciones: La ruta del sol en la bóveda celeste no siempre es visible, debido posibles obstrucciones de elementos, como la topografía del lugar, árboles, edificios, etc. Que pueden proyectar su sombra sobre la ubicación de una ventana, edificio, plaza o dispositivo solar activo. Para determinar la incidencia y efecto de estas obstrucciones, hay que utilizar un indicador de obstrucciones (ver figura del indicador de obstrucciones). En combinación con un diagrama de ejes cartesianos, estereográficos o equidistantes, o también se podrá utilizar un Teodolito, nivel de mano o un estación total para determinar los ángulos de altura y acimut que delimitan el contorno de los obstáculos y se trasladaran al diagrama correspondiente, dibujando los con sus respectivas coordenadas. De esta manera, se podrán apreciar en el diagrama que se haya usado, las obstrucciones Solares producidas por los objetos determinados. Es importante mencionar que los diagramas se referirán al eje norte-sur geográfico o verdadero y a la hora solar (tiempo solar medio). Dicho método se puede utilizar para ubicar los obstáculos que impida la insolación a cierta hora un Gorazde determinado día o días del año, en un lugar específico que se analice; u por ejemplo: en ventanas orientadas hacia el oeste, que se deban proteger del impacto de la radiación solar, mediante el uso y localización adecuada de árboles, lo que se considere su

crecimiento gradual con el tiempo el extensión de su follaje. O también es posible utilizarlo con el fin de determinar sea la localización de cierto dispositivo para aprovechar la energía solar o de un “sistema pasivo” específico del diseño Bioclimático es el más conveniente.

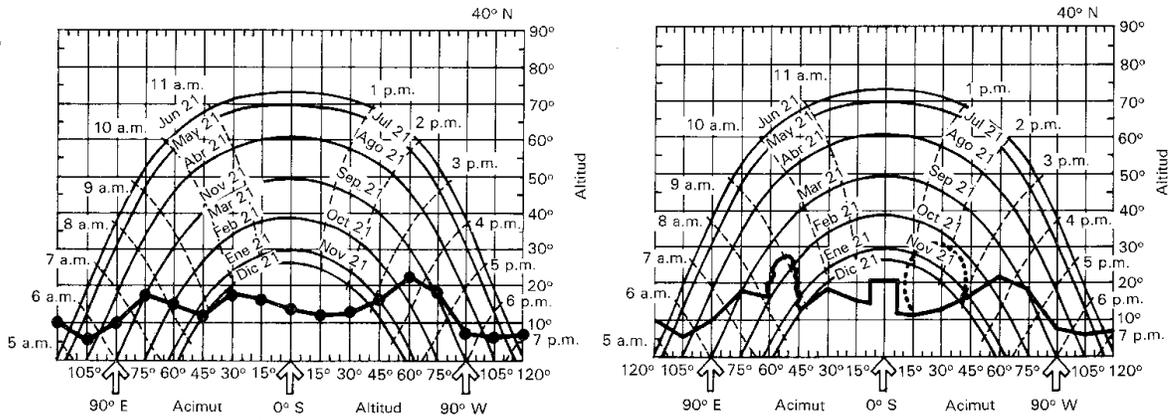


Figura 53) **Indicador de Obstrucciones.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

MÉTODOS COMPUTACIONALES:

Actualmente existen diversos programas de computación, con diferentes rangos de aplicaciones y costos. La mayor ventaja de estos métodos es su precisión y velocidad; no obstante para el caso de dispositivos o edificios cuya geometría sea irregular y compleja tales métodos muchas veces no ofrecen las ventajas de los métodos gráficos y tridimensionales de simulación.

A continuación señalaremos algunos programas tanto de distribución gratuita como comerciales para facilitarle al diseñador la elaboración de un diseño Bioclimático y sustentable correcto; hay que hacer notar que para poder entender al 100% lo que estos software hacen, es preciso entender y estudiar cómo se hacían las cosas antes de la popularización de los sistemas computacionales.

- A. **Heliodon 2TM:** “Es un programa para el diseño interactivo con la radiación solar y la luz natural en los proyectos arquitectónicos y urbanos. Se precisa un entorno informático estándar (compatible PC, sistema Windows XP o Vista) para su instalación y uso. (heliodon)

Permite estudiar los trayectos solares desde cualquier punto del globo y analizar la incidencia de la luz solar directa, así como de la luz difusa del cielo, en cualquier edificio o zona urbana, teniendo en cuenta el enmascaramiento producido por otros edificios u obstáculos naturales. Se ha intentado optimizar la velocidad de cálculo, la facilidad de utilización, la interactividad y la calidad en la presentación de los resultados, para hacer de este programa una verdadera herramienta de apoyo al proyecto de arquitectura, de urbanismo o de interiorismo.

Estas características lo hacen complementario de otros programas, más desarrollados en ciertas direcciones (mediante, por ejemplo, el trazado de rayos o la radiosidad), pero más lentos y más difíciles de controlar, es decir: más útiles para el análisis que para el diseño.

En su versión actual, el programa se halla todavía incompleto. El modelado es sencillo y limitado. No obstante, resulta fácil importar las geometrías más complejas desde cualquier programa de CAD, gracias al formato de intercambio STL, que el programa permite manejar con mucha libertad” (BECKERS).

- B. **Radit2d:** “Es un programa de diseño acústico interactivo, rápido y esencialmente gráfico, fácil de utilizar y de interpretar. (heliodon)

Con el fin de conseguir estas características, hemos limitado los cálculos a lo estrictamente necesario para permitir un diseño consciente de la forma del recinto proyectado y una elección sumaria de los materiales, en función de los criterios acústicos definidos por el usuario.

El programa trabaja con una fuente sonora puntual de emisión esférica, un recinto proyectado en el plano de estudio bajo la forma de un polígono cualquiera y un mapa de curvas de niveles delimitado por un cuadrilátero plano.

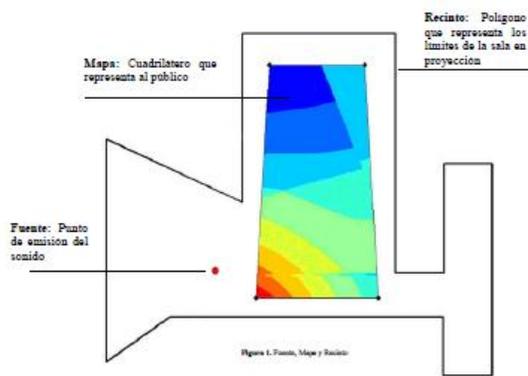
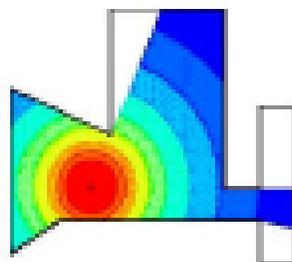


Figura 54) **Fuente sonora, mapa y recinto.** Fuente: (heliodon)

El campo acústico es tridimensional, pero se trabaja solamente en dos dimensiones, lo que facilita el diseño, simplifica su presentación y acelera los cálculos. Según la intención del usuario, el diseño representa, arbitrariamente, una planta, una sección o un corte. Luego, gracias a una función especial, es posible ajustar los resultados de dos proyecciones de la misma sala para obtener los valores tridimensionales

correspondientes en algunos puntos elegidos del recinto, siempre que la forma de éste lo permita (paredes laterales verticales, ausencia de dobles inclinaciones).

Después de cada cambio operado por el usuario, el programa vuelve a calcular el sonido directo y la primera reflexión sobre cada uno de los segmentos del polígono que representa el recinto proyectado. El cálculo se efectúa en los nudos de la retícula del mapa, que corresponde a una matriz cuadrada cuyo tamaño define la precisión de las curvas de nivel. (heliodon)



El sonido directo: Depende solamente de la fuente de emisión, de los límites del recinto que lo enmarcan y, eventualmente, de los obstáculos que impiden su propagación (“eliminación de las partes escondidas”).

Figura 55) **El Sonido directo.** Fuente: (heliodon)

El sonido reflejado: Para entender el método de las “fuentes imágenes”, es útil recurrir a una analogía con la luz. Imaginemos un recinto enteramente constituido por

espejos planos. En el lugar de la fuente, encendemos una vela. Desde cualquier lugar de la sala, vemos ahora un gran número de velas, que son todas imágenes de la única vela real, reflejada en los espejos. (heliodon)

Cada una de estas imágenes parece ocupar una situación precisa, que corresponde exactamente al punto simétrico del que ocupa la vela real con respecto al plano del espejo donde se refleja.

Obtendremos por lo tanto la misma situación visual si quitamos los espejos y colocamos una serie de velas iguales a la primera en las posiciones anteriormente ocupadas por sus imágenes. Sólo habrá que tener en cuenta la calidad de los espejos, restando a las nuevas velas la intensidad correspondiendo al factor de absorción de los espejos respectivos. Lo notable es que la nueva situación visual se irá modificando del mismo modo que la anterior al desplazarnos dentro del recinto.

Desde luego, en presencia de varios espejos, se producirán reflexiones múltiples (imágenes de imágenes), pero nuestro programa sólo contempla la primera reflexión, lo que suele ser suficiente para el diseño: las otras reflexiones son, sin duda, esenciales para evaluar la reverberación, pero no suelen examinarse en el diseño de la forma, porque ralentizarían mucho los cálculos y, sobre todo, dificultarían inútilmente su interpretación.

Para calcular el campo reflejado, Radit2d examina sucesivamente cada segmento del recinto, busca la fuente imagen y elimina las “partes escondidas” (un segmento puede quedar parcialmente o totalmente enmascarado por otros, según la forma del recinto y la posición de la fuente). Luego, traza los dos rayos límites de emisión de la fuente imagen que delimitan en el mapa la zona afectada por la reflexión considerada.

En esta zona, calcula en cada nudo la contribución de la imagen al nivel sonoro, teniendo en cuenta la absorción de la pared correspondiente.

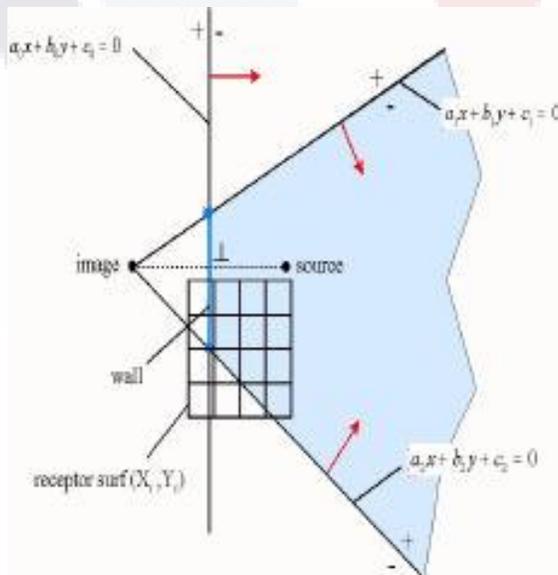


Figura 56) **Esquema básico.** Fuente: (heliodon)

Mapas y diagramas

Además del mapa de curvas de niveles, que permite conocer las variaciones del nivel sonoro en el área ocupada por el público, el programa puede presentar un diagrama polar, mucho más detallado, pero referido a un solo punto: el que ocupa un espectador particular.

Con la práctica, el usuario aprenderá a pasar hábilmente del mapa a los diagramas y viceversa: el mapa permite adivinar en

qué lugares pueden obtenerse diagramas interesantes, y los diagramas, a su vez, permiten entender mejor las características del mapa.

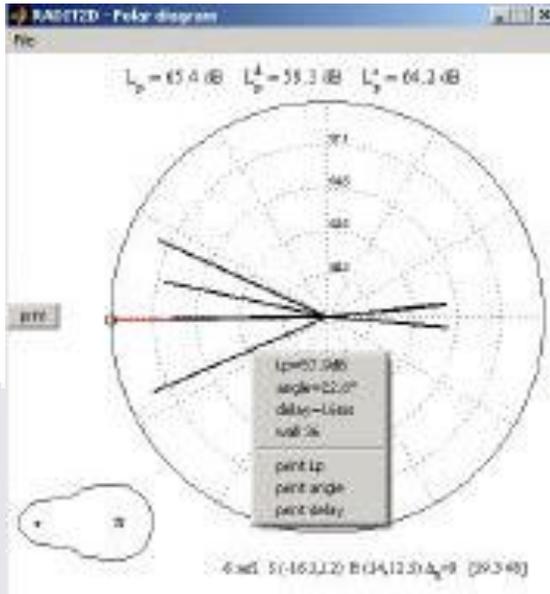


Figura 57) **Diagrama polar.** Fuente: (heliodon)

Los diagramas presentan información adicional (procedencia, nivel sonoro, atraso y dirección de cada reflexión), con la cual se puede afinar mucho el análisis acústico: describir las focalizaciones, comprobar la presencia de ecos, examinar las reflexiones laterales,...

Aprendizaje de Radit2d

La presente guía consta de tres partes (las funciones, el análisis y el diseño), que recubren los tres usos posibles del programa.

El primero es *didáctico*, ya que, gracias a su funcionamiento interactivo, al aprender a manejar los mandos del programa, se comprueba continuamente la incidencia de cada manipulación sobre la situación acústica.

El usuario debería por lo tanto leer y practicar muy atentamente esta primera parte, hasta dominar completamente los mandos, la calidad de las imágenes y las nociones acústicas subyacentes.

En particular, el dominio de la barra de colores y un uso inteligente de la precisión del mapa resultan imprescindibles para poder interpretar los resultados, trabajar rápidamente y obtener imágenes verdaderamente significativas. También es importante aprender a sentir cuándo conviene pasar a los diagramas polares y cómo limitarse, en cada estudio, a unas pocas imágenes donde la información principal quede condensada, so pena de multiplicar innecesariamente los dibujos de poco interés.

El segundo uso del programa es el *análisis*, gracias a la función “scan”, que permite estudiar cualquier planta o sección extraídas de publicaciones sobre arquitectura o acústica.

Sin embargo, no resultará nada fácil, para el principiante, encontrar casos nuevos que puedan dar lugar a un análisis verdaderamente interesante, ya que se deben tomar siempre en cuenta las limitaciones intrínsecas del programa y de la teoría que lo sustenta, la dificultad notable de los estudios acústicos en general y, sobre todo, la descripción generalmente deficiente de las salas en las publicaciones. Los ejemplos de la segunda parte de esta guía y los ejercicios propuestos permitirán al usuario adquirir rápidamente la experiencia necesaria.

El tercer uso del programa, el *diseño*, es el principal. En la tercera parte de esta guía, se explica completamente un proyecto, el de una “campana acústica”. A partir de ello, el usuario podrá fácilmente diseñar, en sus propios proyectos, un techo acústico, la forma de

un escenario o la orientación de una serie de reflectores. Para estas tareas, Radit2d constituye una herramienta profesional muy eficiente. Por su calidad gráfica, se puede también aprovechar para ilustrar notas o apuntes de acústica. Sus autores no piden nada a Cambio, sino que se les comunique los mejores resultados y las eventuales observaciones, Con el fin de mejorar continuamente el contenido y la presentación de este programa” (BECKERS).

- C. **Archisun 3.0:** “El programa Archisun es una herramienta informática que evalúa el gasto energético de los edificios.

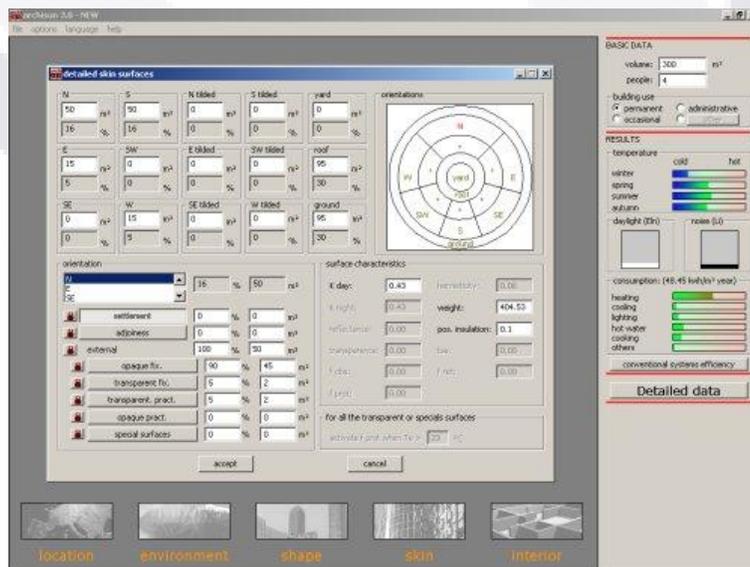
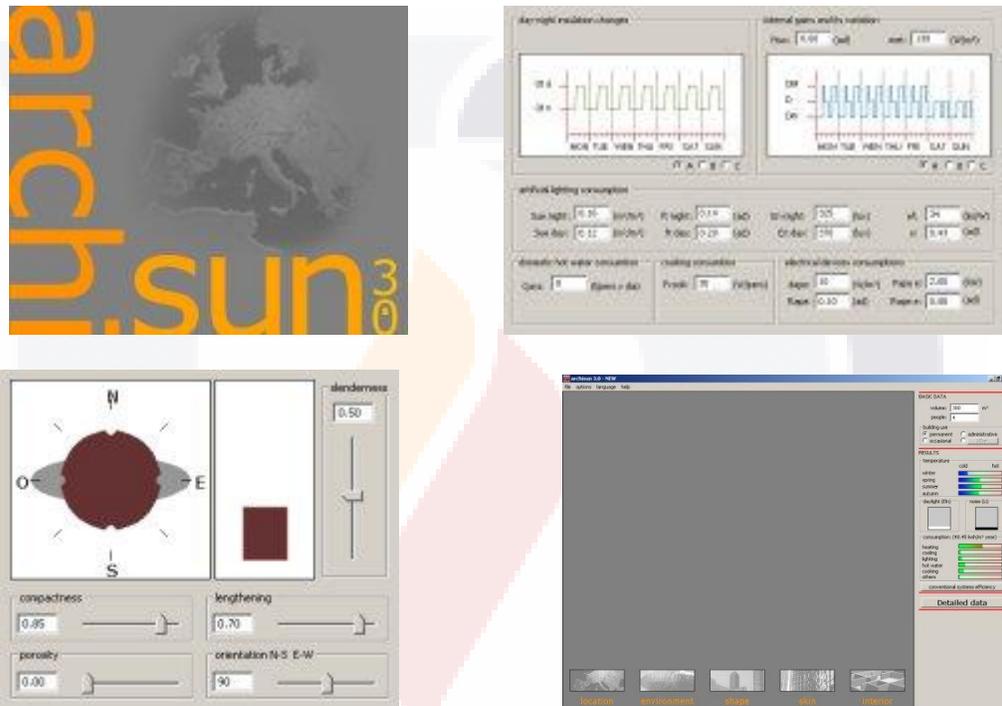
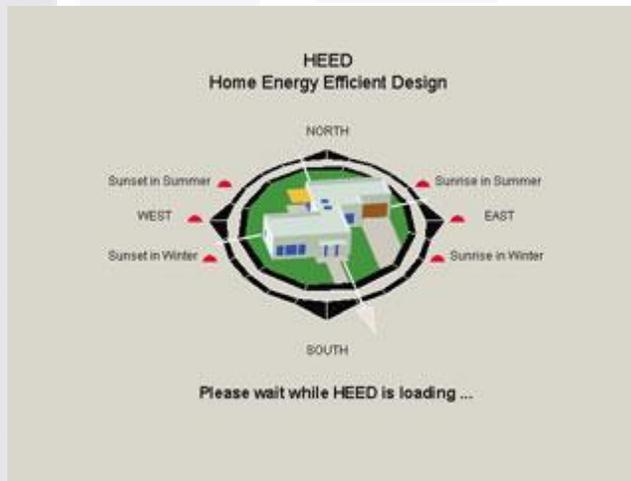


Figura 58)
Diversas pantallas de Archisun.
 Fuente: (Spanto.com)

El proyecto, denominado Renewable Energy Sources Implementation (Archisun) ha sido desarrollado en colaboración con el Grupo de Arquitectura y Energía de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), en el marco del programa THERMIE de la Comisión Europea” (Spanto.com).

- D. **HEED:** “El objetivo de HEED es de ayudar a diseñar una vivienda más eficiente energéticamente para usted, independientemente de si involucra unas pequeñas modificaciones o un edificio nuevo. Debe poder hacer que su vivienda consuma un 30% menos de energía que una vivienda que cumpla con los requerimientos mínimos del código energético de California. Su vivienda no solamente costará menos para enfriar y calentar sino que también será una vivienda mejor aislada y confortable porque minimiza las corrientes de aire y diferencias de temperatura. (UCLA (University of California, Los Angeles), University of California © 2009 UC Regents)



Cuando HEED diseña el Esquema 2, automáticamente selecciona las estrategias de diseño más eficientes para el clima de la vivienda, tipo de edificio y superficie. Al copiarlo a otros esquemas puede probar otras estrategias de la lista abajo. Para una comprensión completa de estas estrategias de diseño, consulte cualquier buen texto en el tema (por ejemplo, Watson y Labs, " Climatic Building Design," McGraw Hill).

Figura 59) **Una pantalla de HEED.** Fuente: (UCLA (University of California, Los Angeles), University of California © 2009 UC Regents)

Las regulaciones legales que gobiernan el desempeño energético de todos los edificios nuevos y remodelados. Este es llamado Título 24 en California y está disponible (gratis) en la Comisión Energética de California.

Ver la cantidad de *energía* y *dinero* usted puede ahorrar haciendo diversos cambios *de diseño* o *remodelación* de su casa con esta nueva fácil de utilizar programa. Puede dibujar en el plano de su propia casa y, a continuación, hacer clic y arrastrar las ventanas a su ubicación correcta. Puede elegir entre las listas de la típica construcción de la pared y el techo. Para usuarios avanzados hay más detallada los datos relativos al diseño opciones de entrada y salida de pantalla de gráficos a partir de la solar-5. HEED libre se instala como un programa independiente de todo, desde Windows 98 hasta Windows XP y Macintosh OS X 10.4 o posterior . HEED también se ejecuta en español (véase HEED icono en Español).

30 de abril de 2009: Hemos publicado la nueva versión de Construye HEED 39. Se ha compilado para máquinas de 32 bits que esperamos resolver más los problemas de

Windows Vista. Si está utilizando Vista y tiene problemas, puede ayudar si instala HEED como Administrador (ir a Configuración, Panel de control, los usuarios). Si usted recibe una advertencia de OpenGL o comportamiento extraño gráficos asegúrese de haber instalado la última versión de su controlador de gráficos y de que tiene la actual de Windows Service Pack instalado. Si está corriendo detrás de un firewall o en una red, consulte a su administrador de sistemas. Asegúrese de seguir el procedimiento que se instala por defecto HEED en el nivel superior, y no utilizar los nombres de las carpetas ya que los 8 caracteres. Esta nueva versión también recoge algunos pequeños errores de cálculo” (UCLA (University of California, Los Angeles), University of California © 2009 UC Regents)

E. ECOTEC: “Simulación sencilla. Cree diseños más ecológicos y sostenibles. Las capacidades comprensivas del análisis le ayudan a analizar y a simular diseños conceptuales. Estudie las alternativas y tome las mejores decisiones para entregar diseños realizables, recursos eficientes del edificio. (Autodesk)

Ecotec hace un análisis de la energía de todo el edificio pues calcula el uso total de la energía y las emisiones de carbono de su edificio haciendo proyecciones anuales, por hora, día, mes y año; desde su construcción hasta el funcionamiento. (Autodesk)

Así mismo el programa hace un análisis del agua y la valoración de costos resume y estima el uso del agua dentro y fuera del edificio, basado en el número de inquilinos así como el tipo de edificio”.



Figura 60) **Portada del tríptico de Ecotec.** Fuente: (Autodesk).

Figura 61) **Una pantalla de Ecotec, referente a las emisiones de carbono de la edificación.** Fuente: (Autodesk)



“El impacto visual le ayuda a analizar ángulos del proyecto en el sitio, a determinar obstrucciones, a calcular los componentes verticales del cielo para cualquier punto o superficie, y a visualizar la línea vertical del cielo en cualquier espacio”.

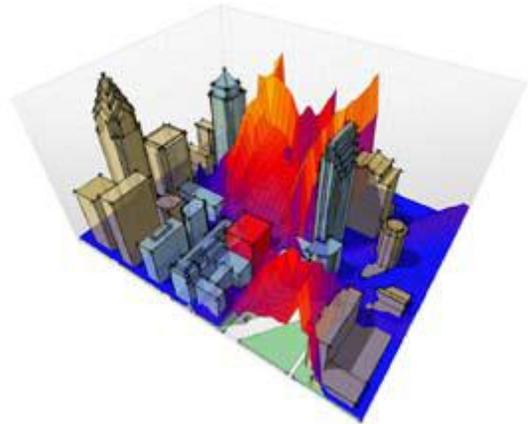


Figura 62) **En colores rojos, se muestra la ubicación y forma del proyecto, con respecto al contexto inmediato.** Fuente: (Autodesk)

“El análisis solar de la radiación le permite visualizar la radiación solar incidente en las ventanas y las superficies, demostrando la incidencia, diferenciado la radiación solar calculada sobre cualquier período de tiempo” (Autodesk).

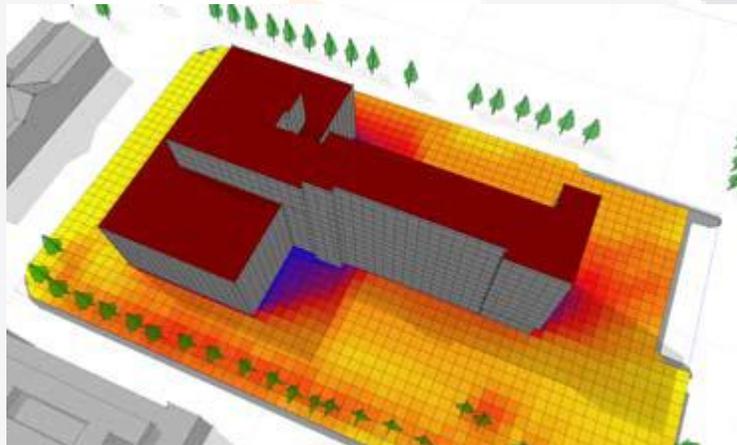
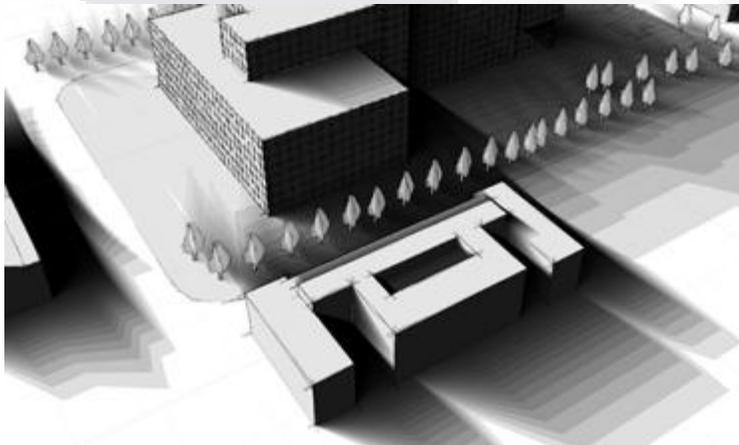


Figura 63) **Ecotec muestra las radiaciones e insolación solar que sufre el proyecto arquitectónico.** Fuente: (Autodesk)



“La simulación de las sombras y de las reflexiones exhibe la posición y la trayectoria del Sol concerniente al modelo en cualquier fecha, hora, y localización. Se puede visualizar cómo la luz del sol entra a través de ventanas y se mueve alrededor y dentro de un espacio” (Autodesk).

Figura 64) **Ecotect muestra el análisis de sombras.** Fuente: (Autodesk)

“La luz del día se calcula con factores de la luz del día y la iluminación nivelada en cualquier momento en el modelo o el excedente la rejilla del análisis. Las ayudas determinan los ahorros potenciales debido al diseño luz del día-ligado de la iluminación” (Autodesk).

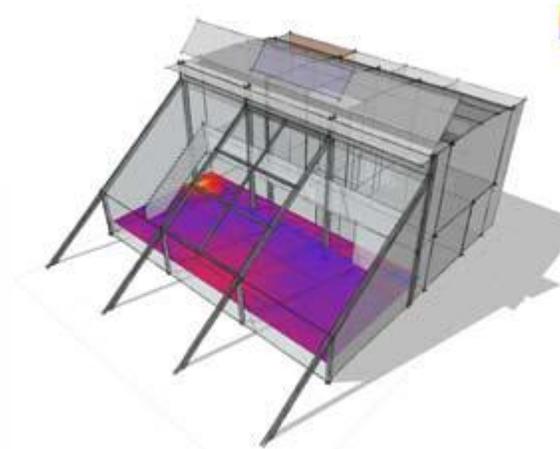


Figura 65) **Ecotect muestra el análisis de niveles de iluminación.** Fuente: (Autodesk)

“El funcionamiento termal calcula la calefacción y el enfriamiento sensible la carga para los modelos con cualquier número de zonas o de tipos de geometría, y analiza efectos de la ocupación, de aumentos internos, de la infiltración, y de artículos del equipo” (Autodesk).

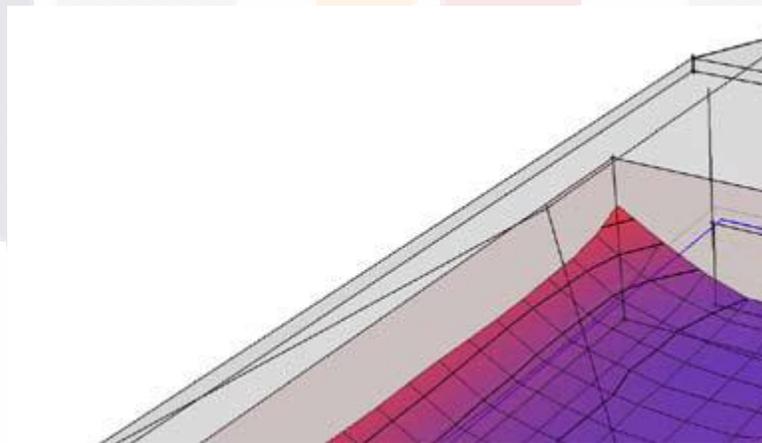


Figura 66) **Ecotect muestra el análisis térmico dentro y fuera del edificio, para un ahorro en energéticos.** Fuente: (Autodesk)

“Autodesk® Ecotect™ Es un software de análisis ambiental de fomento de la tecnología es un concepto amplio por el detalle sostenible herramienta de análisis. Este programa ofrece una amplia gama de funciones de análisis y simulación. Herramientas de escritorio, permitiendo a los diseñadores para llevar a cabo las simulaciones ambientales y visualizar los resultados, y el acceso a la sustentabilidad. Basado en la red de todo el edificio en consumo de la energía, el agua, capacidad de análisis de emisiones de carbono siendo un

apoyo a los diseños. Las características fundamentales del análisis que hace Ecotect incluyen: Simular en 3D interactiva muestra la construcción y la ejecución, en respuesta a factores ambientales la radiación solar, sombras y reflejos, el sombreado de diseño, y estudios de impacto visual, las condiciones meteorológicas, el gasto de la energía, el agua y el análisis de las emisiones de carbono (a través de herramientas de servicios por internet) que contribuye a una valoración más rápida para la evaluación de múltiples alternativas de diseño” (Autodesk).

MÉTODOS FOTOGRÁFICOS EN COMBINACIÓN CON MÉTODOS GRÁFICOS:

La fotografía en combinación con los métodos gráficos ofrece muchas ventajas en el diseño Bioclimático. Es un método muy útil en aquellos casos en que se desee analizar el efecto solar y sus posibles obstrucciones en plazas o espacios abiertos, exteriores un edificio o fachadas, ventanas, colectores Solares, paneles de celdas fotovoltaicas, etc. Se requiere obtener una lente de campo visual amplio tipo “ojo de pez” de aproximadamente 16 mm., con una abertura de 2.8. Se deberán obtener Tomás desde los puntos críticos de diseño de los elementos o espacios que se deseen analizar y a estas fotografías se le sobre pondrán los diagramas de la ruta solar. Con la aplicación de este método es posible determinar y evaluar el efecto solar y sus posibles obstrucciones en ciertos espacios, edificios o elementos. (Ver el esquema del método fotográfico en combinación con el método gráfico).

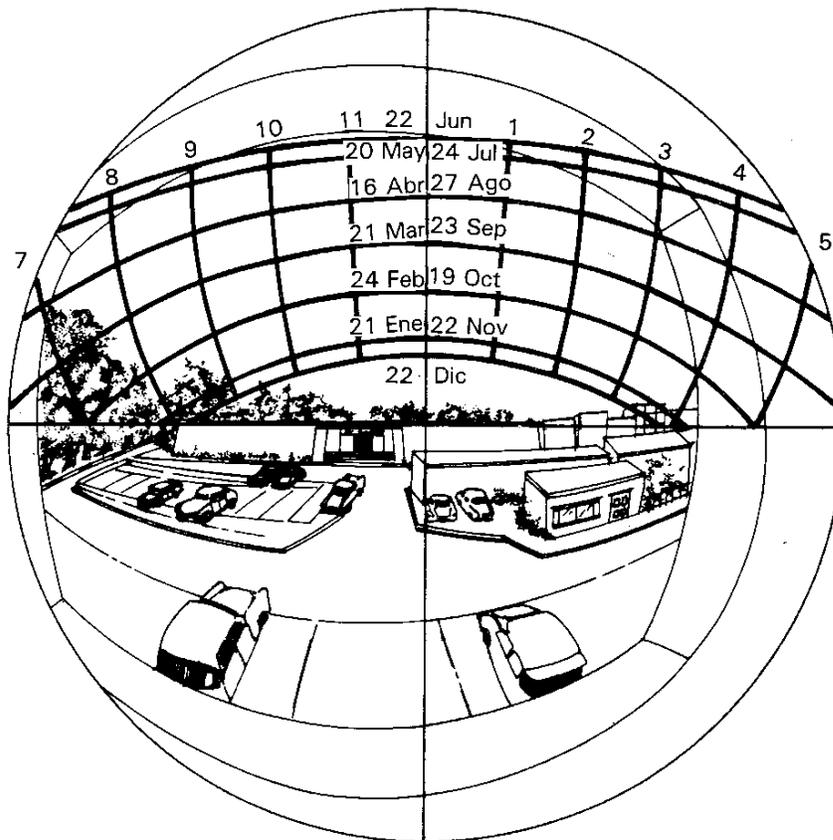


Figura 67) **Método fotográfico en combinación con el método gráfico. Localización de obstrucciones en las que se utiliza una toma fotográfica panorámica (lente ojo de pez) de 16 mm. (2.8) y sobreponiendo la ruta del Sol.** Fuente: (Hopkinson, R.G. Pethebridge, P. y Logmore, J.)

UTILIZACIÓN DE MÉTODOS GRÁFICOS E INDICADORES SOLARES:

Los diagramas e indicadores Solares que se han descrito se utilizan principalmente para el análisis, diseño y evaluación de los proyectos arquitectónicos y urbanos, en los cuales se desee realizar un control adecuado y permanente de la acción del sol en ellos, mediante el empleo de dispositivos de sombreado y control solar.

Cálculo de ángulos Solares de altitud y azimut: El cálculo de estos ángulos de la altitud y azimut es como se describe a continuación:

- a) Seleccionar el diagrama estereográfico correspondiente a la latitud (localidad).
- b) Girar el cursor para localizar la hora y día en que se deseen conocer los ángulos de acimut y altitud. Una vez localizado este punto, el Angulo vertical de altitud se lee directamente en escala del cursor; a su vez, el Angulo horizontal de acimut se lee en la escala exterior perimetral, referida por la misma línea del curso que toca el punto analizado en cuestión (ver la figura de cálculo de ángulos Solares). Se recomienda interpolar entre las líneas del cursor para obtener mayor precisión. También se puede ser la mascarilla de sombreado en sustitución del cursor para calcular los ángulos Solares.

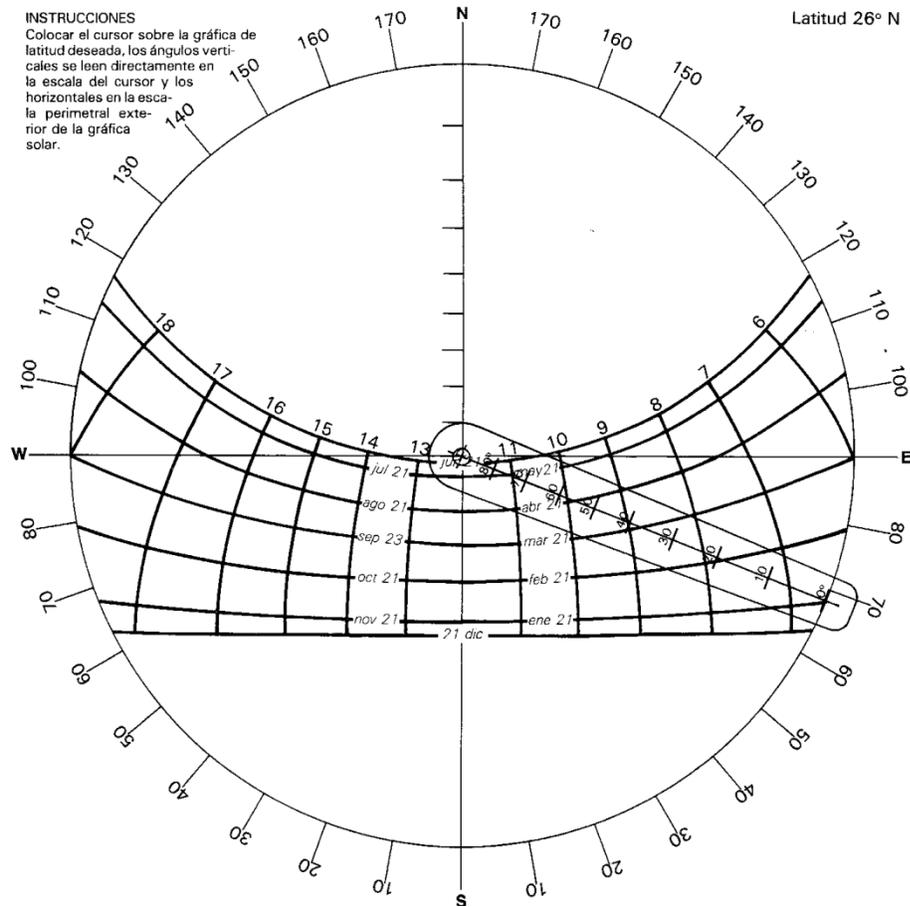


Figura 68) Cálculo de ángulos solares, ejemplo: latitud 26° N (del 21 de agosto al 21 de abril a las 10:00 am) ángulo de altura 58° y ángulo de acimut 69°. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Análisis y evaluación del asoleamiento en la fachada de un edificio: El análisis y evolución del accionamiento en la fachada de un edificio tiene los pasos siguientes:

- a) Elegir la grafica solar estereográfica correspondiente al lugar que se estudie.
- b) Determinar los ángulos que delimitan los elementos del edificio en planta, corte y perfil, y transportarlos a la grafica solar. Los ángulos verticales se transan en el corte y perfil y los acimutales en la planta.
- c) Establece la grafica solar los periodos de sobrecalentamiento y bajo calentamiento, de acuerdo con las temperaturas horarias promedio de lugar. Tras ser estos periodos en dicha grafica y determinar de funcionamiento térmico de los elementos componen la fachada durante el año.

Diseño y evolución de dispositivos de sombreado y control solar: El diseño y evaluación de los dispositivos de sombreado y control solar es como sigue:

- a) Para diseñar los dispositivos de control solar, se procede de manera inversa a la indicada con anterioridad. Inicialmente se transfieren los periodos de sobrecalentamiento y bajo calentamiento del lugar al diagrama solar correspondiente, previa elección de aquél.
- b) A continuación, con el auxilio de la mascarilla de sombreado, se obtiene el tipo y posición del dispositivo de control solar. Se traza la “mascarilla de sombreado” de los dispositivos de sombreado y control solar diseñados, en una hoja transparente, para lo cual se debe tener cuidado en conservar la misma escala gráfica del diagrama solar. Tales mascarillas representan una descripción geométrica convencional y, por tanto, son independientes de la latitud, la orientación, la fecha o la hora.
- c) Finalmente, la evaluación de los dispositivos de control solar se lleva a cabo de acuerdo con el criterio siguiente: el 50% del borde de la mascarilla de sombreado resultante abarca el periodo de sobrecalentamiento trazado en una ruta solar el diagrama respectivo, a la vez que el dispositivo de control solar funcionará adecuadamente; en caso contrario, se deberá rediseñar el dispositivo.

Uso del indicador solar universal: El indicador solar universal que a continuación se muestra deberá ser colocado en la maqueta que se analizará, de manera que coincidan ambos “nortes verdaderos”: el indicador y el de la maqueta. El gnomon que deberá tener exactamente la misma altura señalada en el indicador. Para asimilar las condiciones de soleamiento o de determinada hora y fecha, simplemente se debe rotar en inclinar el modelo junto con el indicador, hasta que la punta del estilete toca el punto que corresponda al evento del diseño. Se recomienda obtener tomas fotográficas de cada evento, para lo cual se deberán colocar los datos de cada uno en un pequeño cartelón en la maqueta, que en interfiera con los patrones de luz y sombra proyectados. Así, se podrá tener una secuencia fotográfica por medio de la cual se realicen correlaciones entre eventos, de manera dinámica y analítica.

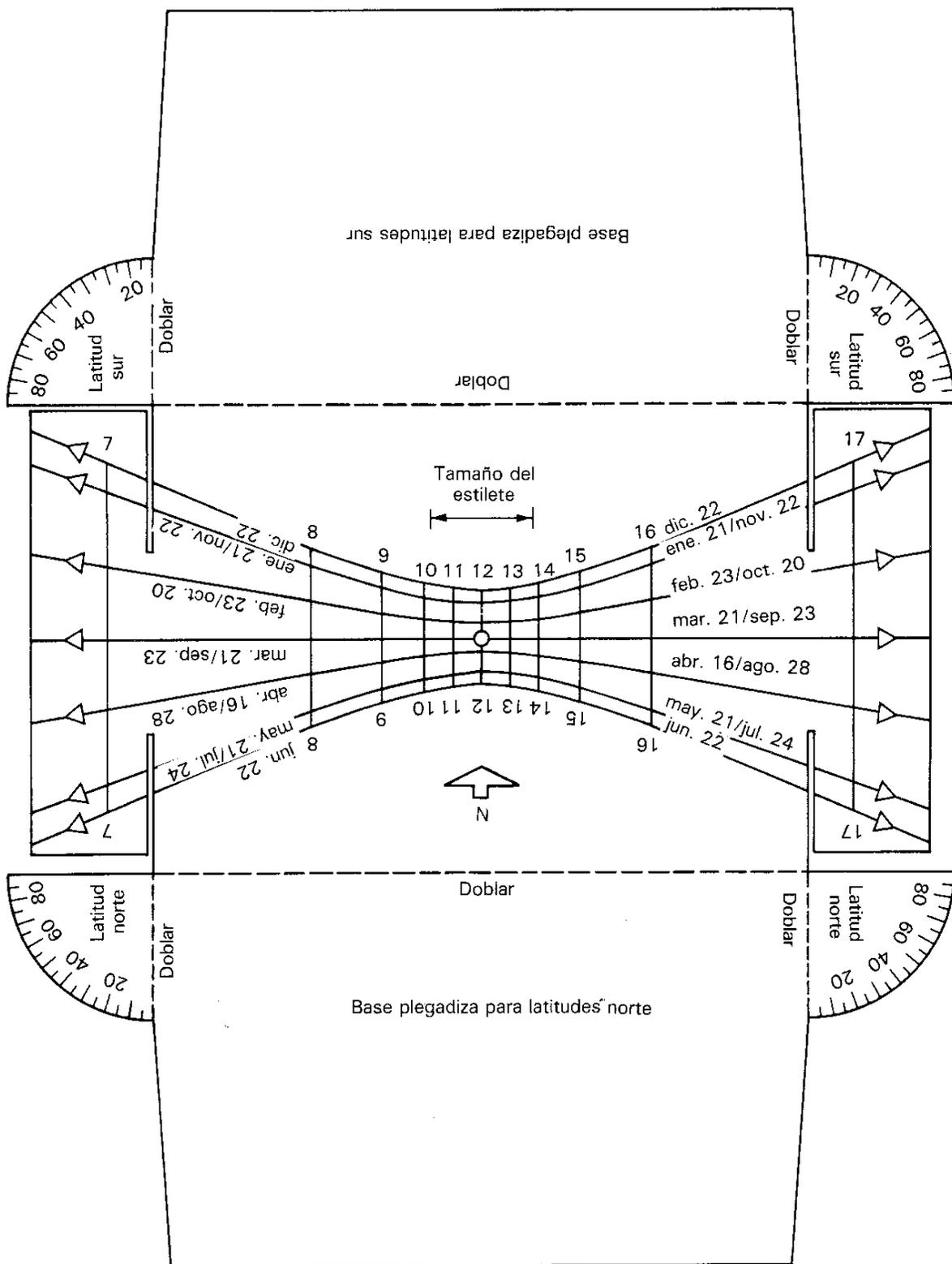


Figura 69) **Indicador solar universal.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

LA DETERMINACIÓN PRÁCTICA DEL NORTE ASTRONÓMICO O VERDADERO:

Como es sabido, hay una variación entre el norte magnético y el astronómico o verdadero. Este último es al que debe hacerse referencia en el diseño solar Bioclimático, por lo cual deberá determinarse su dirección en todo proyecto. Existe un método que es el más recomendable por su sencillez y precisión: consiste básicamente en determinar la meridiana del lugar en estudio, para lo cual se deben aprovechar las sombras simétricas proyectadas por un gnomon antes y después del mediodía solar. Por tanto, las longitudes iguales de las sombras corresponden a las alturas iguales del sol sobre el horizonte.

Se cuece para terminar el norte astronómico o verdadero: La secuencia para determinar en el norte de astronómico o verdadero es como sigue:

- a) Clavar en el suelo una estaca aproximadamente de un 1.50 mt. de altura, perfectamente plomo.
- b) Por la mañana, previo a mediodía, de manera que se haga se entró en la base del estaca, tras ese un círculo que haga un radio igual a la sombra proyectada por la estaca, y coloque zona pequeña marca en ese punto de coincidencia (punto X).
- c) La sombra que será del máximo en las primeras horas de la mañana a un mínimo al mediodía solar, y nuevamente crecerá hasta alcanzar su proyección máxima en las últimas horas de la tarde. Por lo tanto, hágase las lecturas en las horas equivalentes, cuando la sombra se máxima, para obtener mayor precisión. Por la tarde, cuando la sombra cocida con el círculo (punto X'), su longitud será la misma que la traza de la mañana (X).
- d) Únanse con una recta los puntos X y X'Ya tengas el punto medio (m) de ella. En seguida tras ese una línea que una al punto (m) con el centro del círculo, de manera que se prolonga hacia fuera de él. El punto (m) indicará la localización del sur, mientras que la línea que une (m) con el centro del círculo señalará la dirección del eje norte-sur astronómico o verdadero (meridiana) del lugar.

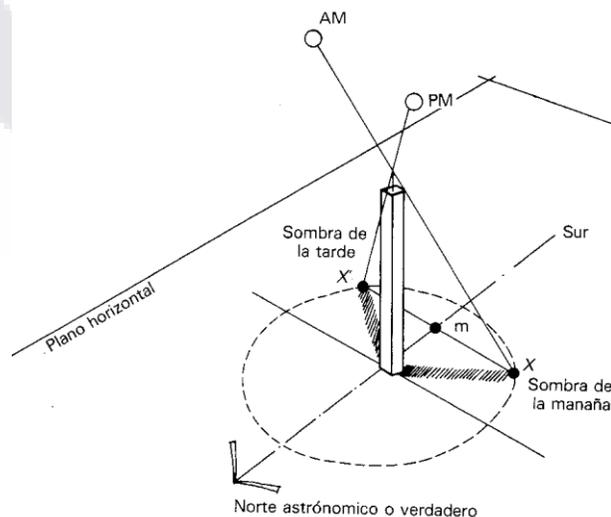


Figura 70) **Determinación práctica del norte astronómico o verdadero.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Conclusiones y recomendaciones: Para obtener resultados satisfactorios en el ejemplo de los métodos descritos, se requiere un ejercitación y constancia en su desarrollo, ya que el alto grado de precisión se logra solo cuando se ha adquirido experiencia y habilidad en su manejo. Por otro lado, se recomienda realizar diversos ejercicios con las herramientas de diseño mencionadas anteriormente (Héctor Ferreiro, 1991.).

El logro de los dispositivos de sombreado y control solar adecuados ofrece la posibilidad de mejorar las condiciones ambientales de los usuarios en diversos géneros de edificios existentes, sin menoscabo de los valores plásticos, económicos, tecnológicos o funcionales implícitos en las acciones de la arquitectura. Economía en el hábitat, conservación de la energía los recursos naturales en una región, preservación y mejoramiento del ambiente local y, especialmente, mejores condiciones de vida y salud para el hombre, son los objetivos con los cuales la geometría solar contribuye en el enfoque integral de un diseño Bioclimático.



**CAPITULO 5.
SISTEMAS PASIVOS.**

DEFINICIÓN DE SISTEMAS PASIVOS:

Los sistemas pasivos para decorar la construcción al ambiente y lograron arquitectura eficaz son aquellos que utilizan al sol, las brisas, la vegetación del manejo del espacio arquitectónico, sin depender de sistemas electromecánicos para crear un microclima e interior adecuado.

El uso propio de la energía solar proporciona bienestar, iluminación, temperatura interior adecuada al clima y ahorro, y deberá ser parte integral del diseño arquitectónico.

Las ventajas más obvias de los sistemas pasivos son las económicas, al ahorrar en combustibles, pero las otras ventajas no dejan de ser importantes: las de un mayor bienestar ambiental, agua caliente, buena temperatura, agradable y benéfica luz natural, y estupenda como edad fisiológica y psicológica (Héctor Ferreiro, 1991.).

Antecedentes: En la antigüedad, diversas culturas sabían cómo calentar, ventilar, enfriar, iluminar y adecuar sus edificaciones a un ambiente aceptable. En la actualidad la modernidad tecnológica y electrónica lamentablemente no permiten que el hombre entre en contacto con la naturaleza.

Los aparatos de aire acondicionado y los calentadores de gas se ven tan tentadores y modernos, que no tiene sentido usar la energía solar para calentar una construcción o aprovechar los vientos para enfriarla (Héctor Ferreiro, 1991.).

En los años de auge económico se pensaba que el petróleo duraría siempre, a precios razonables y sobretodo se veía muy lejos el impacto ambiental que se tiene en el uso de combustibles fósiles. Ahora se sabe y se entiende que además de que el petróleo está a punto de agotarse el uso de estos combustibles fósiles es cada vez más peligroso por el calentamiento global, entre muchas otras circunstancias que les rodean.

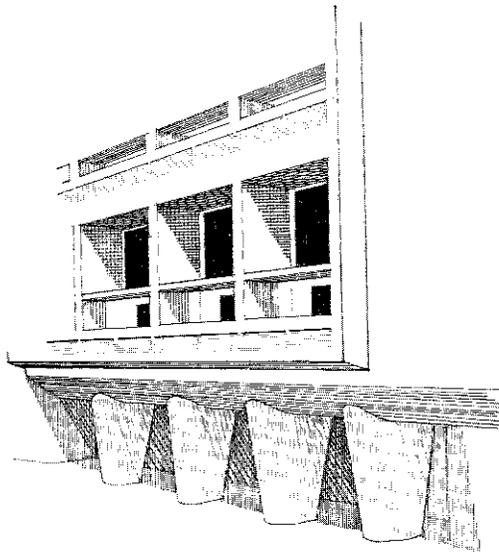


Figura 71) **Parasoles de Le Corbusier.**
Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

La alternativa lógica que se plantea es hacer el ambiente a favor del confort humano como lo han hecho innumerables culturas alrededor del orbe además de grandes arquitectos como Le Corbusier en Francia, Frank Loyd Wright en Estados Unidos, Wladímiro Acosta en Argentina, Ricardo Legorreta en México, y muchos otros. Ellos han empleado elementos constructivos que forman parte del diseño arquitectónico y constructivo. Asimismo se pretende utilizar a favor la tecnología para un ahorro energético y un mejor confort.

Al respecto, Le Corbusier usaba para solar en sus ventanas, mientras que Wladímiro Acosta utilizaba elementos constructivos, a los que llamaba “aleros visera”, cuya finalidad era dejar pasar el sol en invierno, y tapar la en verano. Estos elementos regulan los rayos Solares y forman un recinto protector de sombra delante del edificio. (Ver los

parasoles de Le Corbusier y los accesos de Wladímiro Aosta).

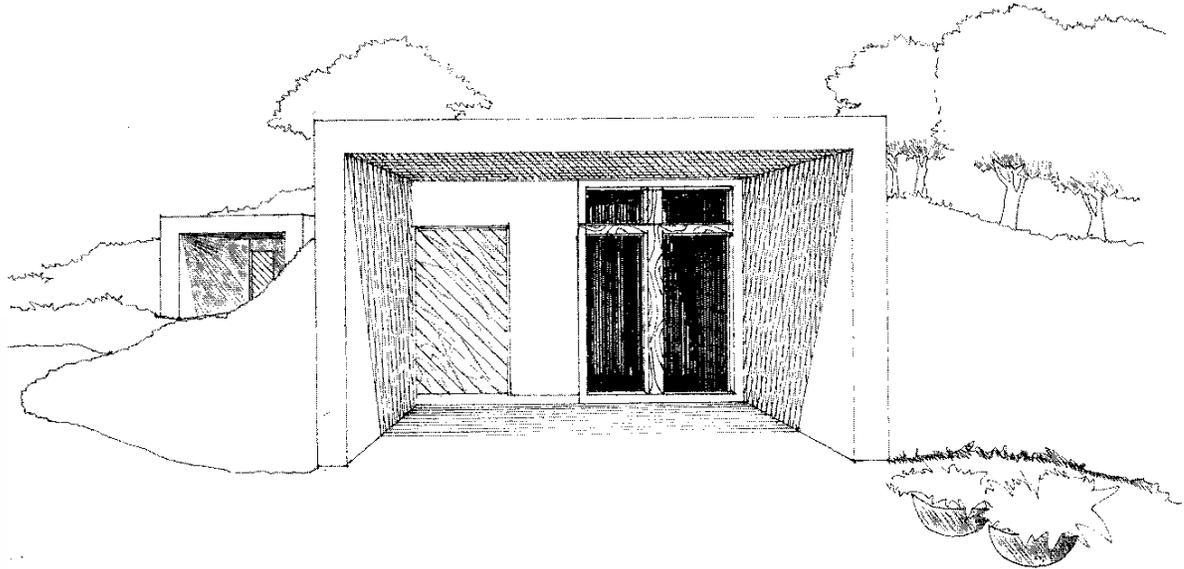


Figura 72) **Casa Diseñada en Buenos Aires por Wladímiro Acosta.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Figura 73) **Edificio Internacional En La Prefectura De Fukuoka. Fukuaka, Japón, 1998**

Emilio Ambasz & Associates, Inc.

Fuente: (Ambaz)



Elementos de geometría solar necesarios para analizar los sistemas pasivos: A continuación se describirán algunos de los elementos más importantes para entender cómo se mueve el sol, al saber:

- a) La orientación, que se puede reconocer por medio de una brújula.
- b) La latitud en que se encuentra el terreno que se puede detectar mediante el boletín meteorológico nacional.
- c) La altura del rayo solar (h) o ángulo en relación a las fachadas.
- d) El acimut (A) ó ángulo que forman los rayos Solares con respecto a la planta arquitectónica

Tanto la altura como el acimut se pueden obtener de los indicadores Solares que se describen más adelante y todos estos parámetros se verán para proyectar de manera que se aproveche la energía solar. Por otra parte, el balance térmico (o cálculo de la ganancia o pérdida de de calor que puede tener una construcción dada, en determinada fecha del año y a cierta hora) es también un instrumento importante en el diseño de la arquitectura bioclimática.

Ahora es importante distinguir entre calentamiento solar pasivo y enfriamiento pasivo, pues mientras aquel aproveche la energía solar, la capta y la almacena en una masa térmica, para negó calentar el interior de la vivienda, el segundo funciona de tal modo que evita que los rayos Solares se acumulen en la masa térmica (por ejemplo al pintar esta de blanco) o mediante el uso de espejos para reflejar la fuera de la casa, y tampoco permite que la radiación solar penetre a la masa térmica por medio de parte soles, aleros o aislamientos térmicos.

ENFRIAMIENTO PASIVO:

En México y América central, uno de los problemas más difíciles que afrontan los arquitectos e ingenieros son las altas temperaturas encontradas en zonas extensas, las cuales provocan pérdida de bienestar para el usuario de la arquitectura.

Para enfriar una construcción por medio de sistemas pasivos, se pueden usar los métodos siguientes:

- a) **Sistemas pasivos de enfriamiento:** este tipo de sistemas son aquellos en los que se usan diversos métodos y materiales, para evitar que los rayos pasen al interior y caliente en la construcción.

Esto se puede lograr en climas cálidos húmedos, al aislar la construcción mediante barreras de aire (cámaras de aire en el interior de muros y techos), aislantes térmicos, medios externos que impide la radiación térmica en ventanas (pérgolas o aleros) o al sacar el aire caliente que entre al interior por medio de chimeneas de efecto venturi, o mediante ventilación cruzada o torres de viento como hemos visto o en los diagramas anteriores.

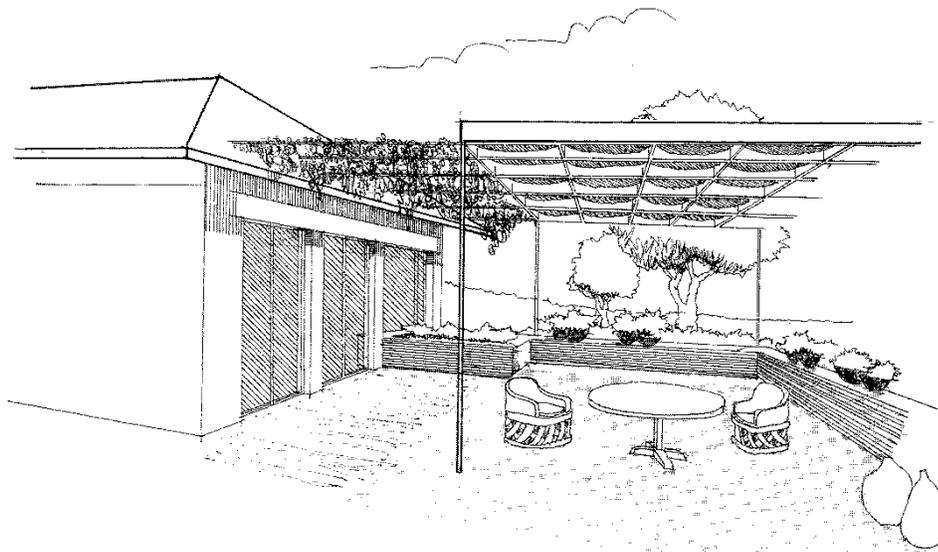


Figura 74) **Casa con enredaderas que permiten el enfriamiento pasivo.**

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

En climas secos y áridos, la idea consiste en humidificador y refrescar durante el día, para lo cual se deben aprovechar las brisas, usar el agua en beneficio de la comunidad del usuario, o proyectar grande sombras que protejan el hábitat. Las grandes masas térmicas

con que se construye hoy incluso la misma tierra arcillosa son excelentes aislantes térmicos.

- b) **Sistemas de enfriamiento o evaporativo:** este enfriamiento o es necesario para enfriar construcciones en climas cálidos secos. Ocurre por un cambio de la materia, al pasar del estado líquido al gaseoso, y funciona en una planta o en una fuente como sigue: una fuente con agua enfría el aire, porque el vapor de agua contenido en él, que originalmente se encontraba en el estado líquido, requirió cierta cantidad de energía que tomó del aire, con lo cual disminuye la temperatura de este.
- c) **Sistemas híbridos de enfriamiento:** por último estos sistemas se usan en climas cálidos secos y cálidos húmedos con temperaturas muy altas. Al respecto, es necesario combatir los sistemas pasivos con ventiladores o acondicionadores de aire, para que el sistema sea efectivo, especialmente los peores días del año. O estos sistemas con los que se combinan sistemas tanto pasivos como mecánicos se llaman híbridos.

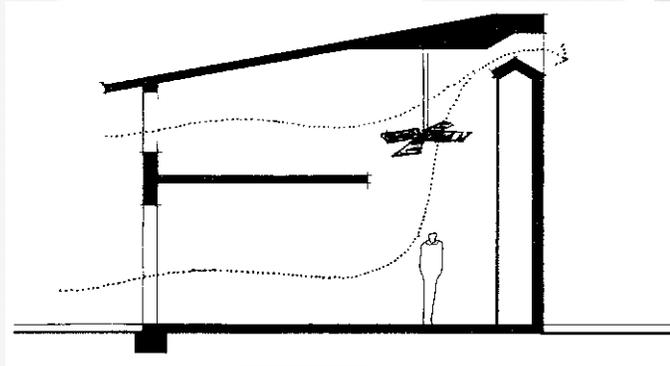


Figura 75) **Sistema híbrido de enfriamiento.**
Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

CALENTAMIENTO SOLAR PASIVO:

Para calentar una construcción por medio de la energía solar pasiva, se pueden usar los métodos siguientes:

- a) **Por ganancias solar directa:** en el sistema, hace que el sol no sólo fluya directamente y se acumulen la masa térmica, en muros, pisos y techos que irradian este calor al interior, sino también que penetre a través de ventanas o domos directamente hacia el interior de la construcción.

Dicho sistema de ganancias solar directa también produce inmejorable calidad de iluminación cuando se prueba y calcula por medio un balance térmico (ver capítulo de balance térmico) en cuyo caso la cantidad de radiación es la adecuada, lo que aumenta el bienestar ambiental.

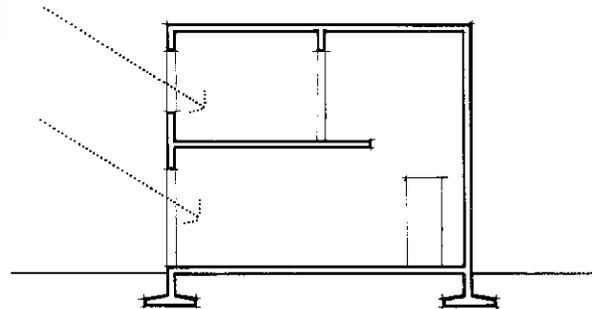


Figura 76) **Construcción con ganancia solar directa.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

- b) **Por ganancia solar directa e indirecta (sistemas combinados):** de hecho, son inexistentes los sistemas en los que se usa sólo la radiación indirecta. El calor en sistemas de radiación indirecta es captado y almacenado en tanques de agua, en invernaderos Cuenca habas de piedra, para luego ser transmitido al interior de la construcción, sin embargo, es prácticamente imposible diseñar una construcción sólo con este sistema. Lo más normal es que se emplee este sistema combinado con otros de radiación directa o será un sistema combinado.

En latitudes que tienen temperaturas más Frías, el uso del muro Trombe en la pared sur que recibe el sol permitir a calentar la construcción al forzar la entrada de aire frío por la parte interior de dicho muro, calentar o aire y por convección introducirlo por la parte superior, ya calentado.

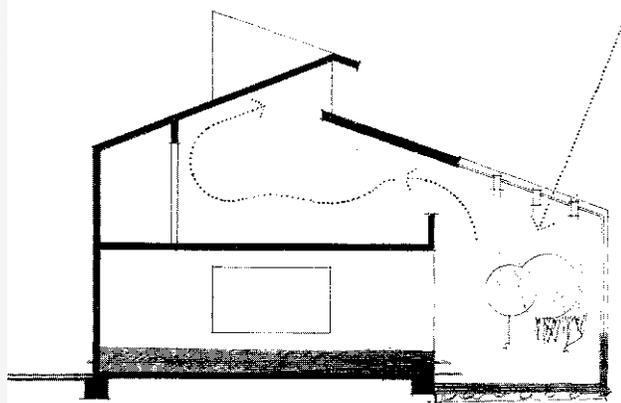


Figura 77) **Construcción con ganancia solar indirecta, (invernadero).**

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

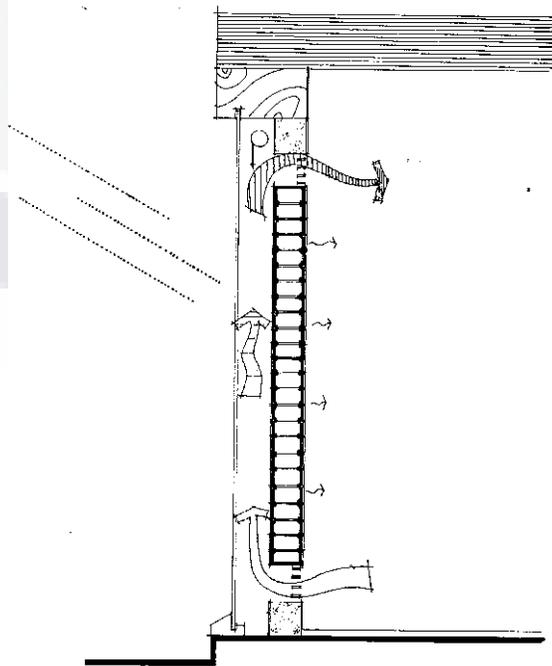


Figura 78) **Muro Trombe.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

- c) **Sistemas híbridos de calentamiento:** tales sistemas a la fecha se usan poco en México y en América central; en su funcionamiento se almacena el calor en cámaras con piedras, y el aire caliente se desplaza hacia el interior de la construcción por medio de ventiladores. Tienen escasa aplicación en las latitudes de México, América central y estados unidos, porque generalmente el frío no es muy intenso.

Dichos sistemas tiene la enorme ventaja de que las casas que los emplean adoptan termostatos que regulan automáticamente la cantidad de calor en una habitación, haciendo el clima más confortable y acogedor.

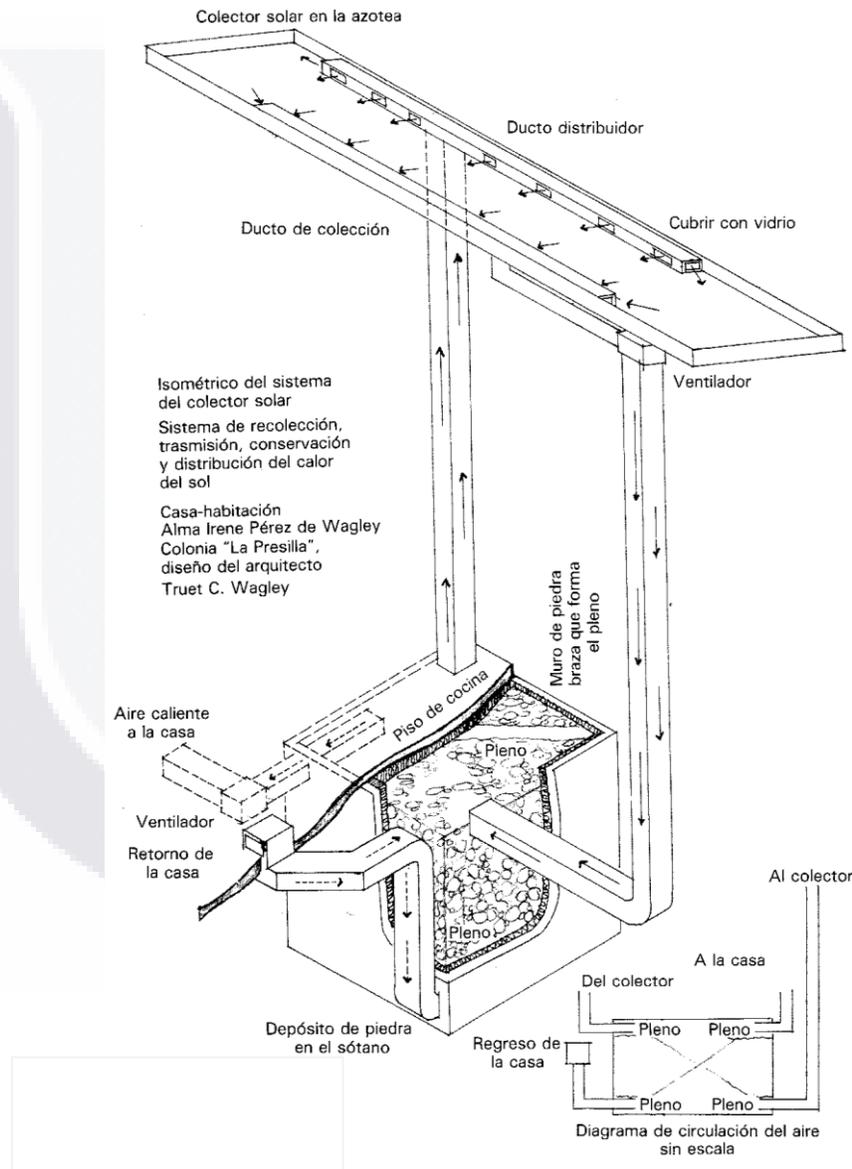
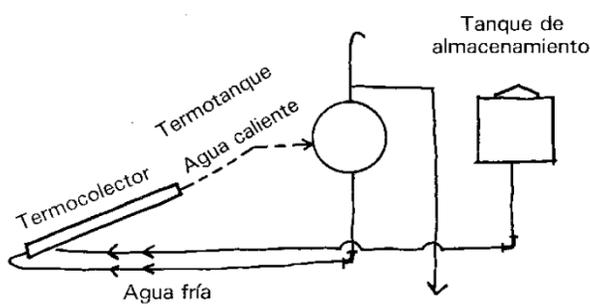
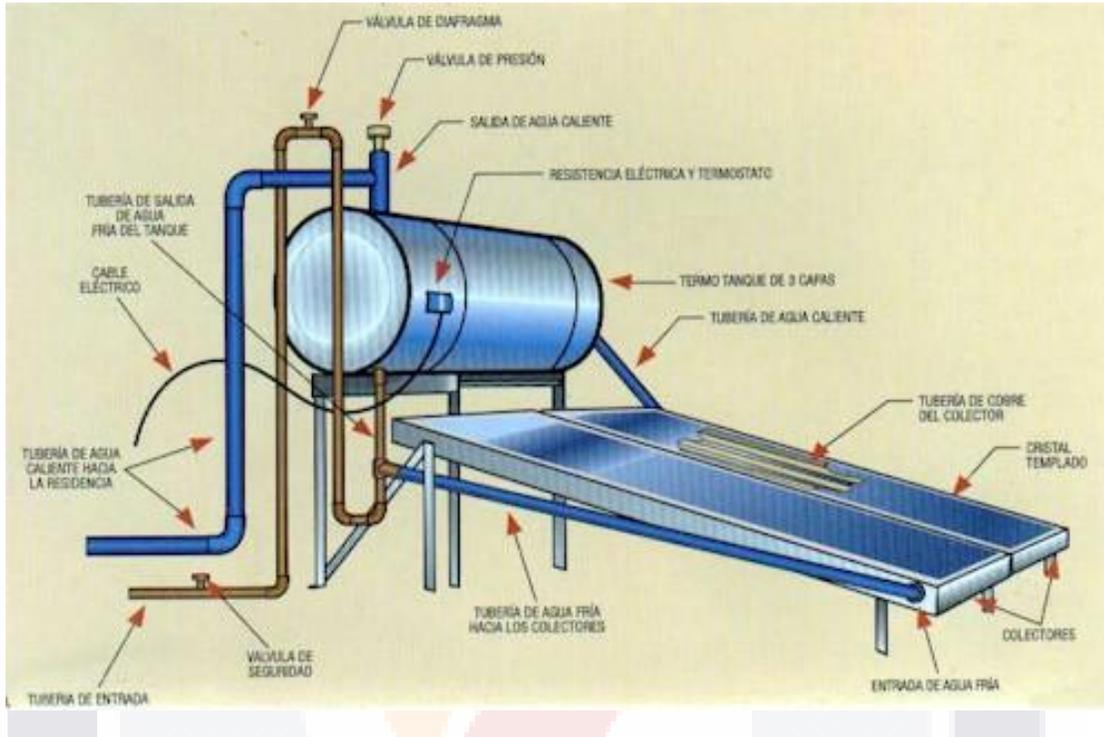


Figura 79) **Sistema híbrido de calentamiento, ideado por el Arquitecto Truett Wagley, consistente en captar aire y calentarlo por medio de radiación solar. Este aire calentado se almacena en una cava de piedra aislada térmicamente y luego se lanza hacia el interior por medio de ventiladores.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

- d) **Sistemas de calentamiento de agua:** es importante notar que tanto para las construcciones en climas cálidos como para las de clima templados o fríos, en México, América central y estados unidos, se puede contar con sistemas de calentamiento de agua en los que se usan la energía solar con el fin de calentar esta y almacenarla en un tanque para su empleo futuro.



Con dichos sistemas se ganan calor y se puede ahorrar mucho en combustible, porque sólo se consumen las en los días muy nublados en que se necesita este combustible para calentar el vital líquido. Estos sistemas se combinan con instalación de gas y permiten economizar de un 50 al 85% en el uso del combustible.

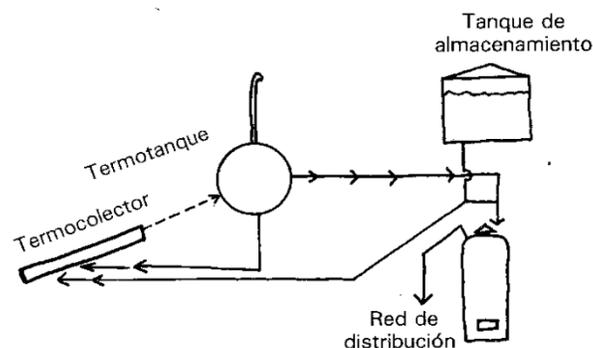


Figura 80 y 81) **Sistemas de calentamiento de agua, dibujo y esquema.**

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.), (universalsolar)



Es importante que el arquitecto o hoy generó diseña el sistema junto con la construcción, para que se integral; sin embargo, se pueden hallar soluciones a construcciones a las que se les agregaría el sistema después de realizadas.

También es importante calcular el número adecuado de paneles necesarios para cada caso, con el fin de tener un sistema eficaz. Tales sistemas se colocan el techo con orientación al sur, a efecto de captar el máximo de radiación solar en este hemisferio.

Figura 82) Fotografía de un sistema de calentamiento de agua solar de tipo experimental. Fuente: (Romero A. J.)

PARÁMETROS DE ENERGÍA SOLAR PASIVA:

- 1) **Orientación:** ésta se debe dar a una construcción ubicada en zonas Frías (alta su montañosas), para calentarla por mera energía solar, en el sur al mediodía, en nuestro hemisferio; por lo contrario, sí se desean ser una casa situada en la zona de clima cálido húmedo, la orientación adecuada será hacia el norte para evitar los rayos Solares. (ver casa con calentamiento solar pasivo).

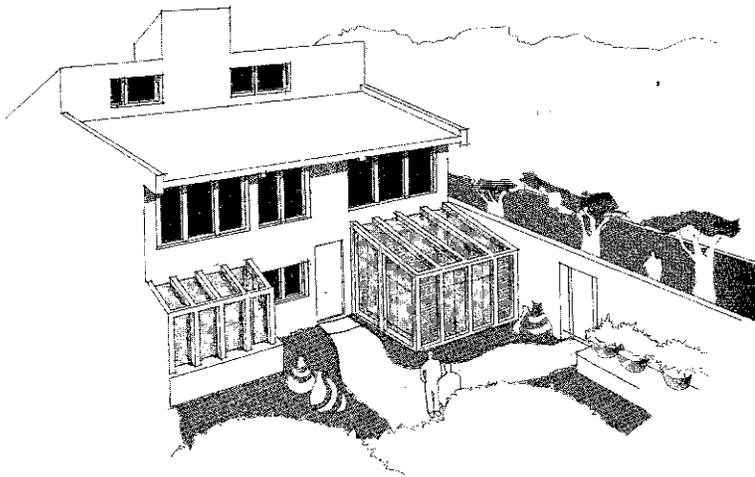


Figura 83) Dibujo del diseño de una casa con esquema de calentamiento solar pasivo, según el tipo de ventanas y asoleaderos que presenta. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

- 2) **Materiales que se deberán usar (masa térmica):** la masa térmica o aislante térmico, en General para calentar una construcción que o para enfriar la durante el día y calentar la

durante la noche (en zonas desérticas o extremas), lo ideal es usar materiales que produzcan retardo térmico, como tierra, adonde, piedras, tabicón de cemento (excelente almacenador de calor), tabique rojo o ladrillo. Estos materiales contienen mucha masa térmica.



Figura 84) Fotografía de un poblado típico en la zona del bajo Mexicano, casa hechas a base de adobe y piedra, materiales para masa térmica. Fuente: (Romero A. J.)

El cemento colado en muros delgados y la madera resultan desastrosos como materiales, a menos que se aislar térmicamente, con gruesas capas de fibra de vidrio, con capas de poliuretano, la cual dejar cámaras de aire entre la pared exterior y la interior, o entre el techo exterior y el interior. Estas soluciones funcionan mejor en zonas cálidas húmedas, en donde no se requiere una masa térmica, ya que me interesa almacenar el calor (las noches son cálidas también), a diferencia loco corre en zonas desérticas como en nuestro estado.

- 3) **Balance térmico:** el balance térmico necesario para estudiar los materiales y la radiación solar recibida por una construcción determinada se muestra simplificado. Con ellos se quiere hacer más sencilla la evaluación de una casa. Se deben haber efectuado estudios especiales para manejar el uso de la ingeniería solar, porque esto implica tener algunos conocimientos de física y trigonometría para entender los principios de la geometría solar.

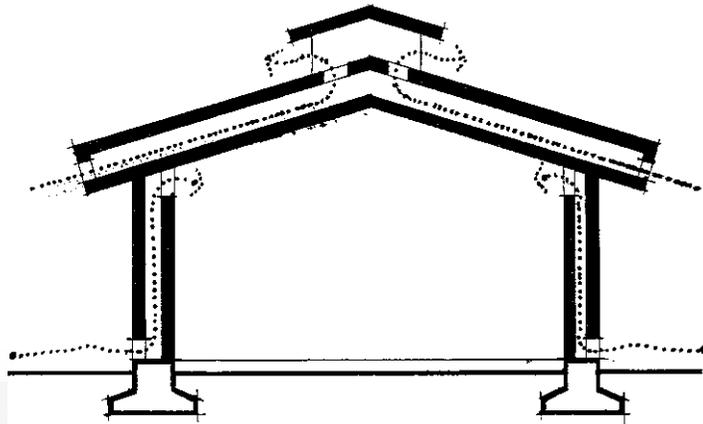


Figura 85) **Esquema de una construcción con sistema de cámaras de aire para enfriamiento pasivo.**

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

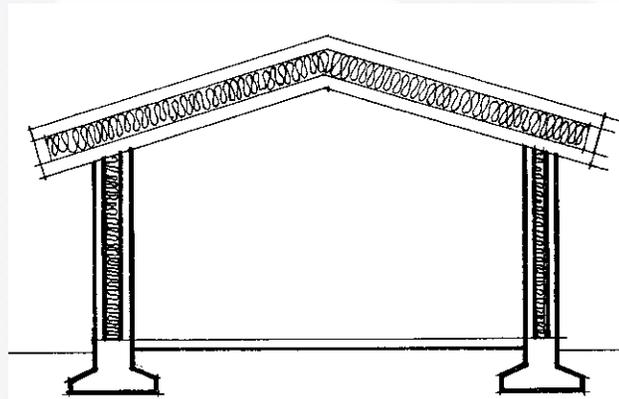


Figura 86) **Esquema de una construcción con sistema de aislamiento térmico para enfriamiento pasivo.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

- 4) **Proyecto arquitectónico sus recomendaciones en zonas distintas:** la manera de proyectar influye significativamente del aprovechamiento energía solar para calentar una casa en climas fríos, o para enfriar una casa en climas cálidos secos y cálidos húmedos.

Zonas cálidas húmedas: enfriamiento pasivo; en zonas cálidas húmedas disminuir la temperatura interior de las construcciones, a fin de que sea menor que el exterior, y deshumidificar. Para lograrlo, se presenta más opciones siguientes:

- a) *Emplear colores claros con bajo coeficiente de absorción.*
- b) *Tener estas orientados hacia el norte y o protegidos del sol poniente y del sur.*
- c) *Cobre dichos espacios abiertos por medio de enramadas, pérgolas, aleros, techumbres o detalles constructivos, hubo arremeter esos espacios abiertos.*
- d) *Permitir que el pasó continuo de brisas y vientos con el uso de persianas móviles, que se pueden controlar manualmente. Los espacios abiertos se deben orientar de forma adecuada para permitir la ventilación cruzada.*
- e) *Aislar techos y paredes para impedir que la radiación térmica se almacena en ellos. No se recomienda usar láminas de ningún tipo, porque permiten el paso directo de la radiación térmica.*

- f) *Diseñar espacios abiertos elevados hacia el exterior, debidamente protegidos de la radiación térmica, para facilitar la reunión de personas en un ambiente fresco en las horas del atardecer.*
- g) *Localizar en diferentes partes superiores la construcción de chimeneas de efecto venturi, para prosa el aire caliente hacia afuera.*
- h) *Sellar aberturas a la parte inferior de los muros (con cámaras de aire interior) para permitir la entrada de aire fresco hacia el interior.*
- i) *Diseñar espacios altos por aumentar la masa de aire del interior.*
- j) *Plantar árboles frondosos, palmeras y enredaderas, para crear son base proteger los costados de la construcción que tengan orientaciones sur y poniente; asimismo, dejar espacios verdes en jardines y parques, para impedir la radiación indirecta.*



Figura 87) **Proyecto de edificios y casas en la ciudad de Mérida, Yucatán, Méx.** Fuente: (Google)

Zonas cálidas secas: enfriamiento pasivo; en estas zonas, lo ideal es disminuir la temperatura interior y humidificar. Con este fin, veremos diferentes alternativas:

- a) *Emplear colores claros, para reflejar los rayos del sol.*
- b) *Orientar la construcción opuesta al mediodía.*
- c) *Diseñar espacios con pequeñas aberturas al exterior, debidamente sombreados o arremetidas.*
- d) *Conceder que los materiales con grandes masas térmicas, como adobe, ladrillo, tierra, etc. Permiten almacenar la radiación y luego rabiarse hacia el interior por la noche, cuando la temperatura baja considerablemente.*
- e) *Crear enfriamiento evaporativo y localizar volúmenes de agua protegidos del sol, cercanos a la construcción o ubicados en espacios abiertos que enfríen las masas de aire (brisas), para que lo humidifiquen el enfriar antes de entrar al interior.*
- f) *Usar techos planos o hundir la construcción en el terreno para refrescar la y protegerla del clima.*
- g) *Proteger los muros de aberturas de la radiación directa o indirecta por medio de parte soles, aleros, techumbres, pérgolas, etc.*

- h) *Crear espacios abiertos en la parte inferior de los muros para promover la entrada de brisas.*
- i) *Estudiar el diseño de los pueblos indígenas en el norte de la república mexicana y en nuevo México, con sus techos planos, diseño que se voz actualmente en arquitectura contemporánea. Localizar turbinas eólicas en la parte superior de los techos.*
- j) *Sombras los cárdenas para impedir la reacción indirecta (ver el sistema de enfriamiento pasivo para zonas muy cálidas y secas).*



Figura 88) **Casa de adobe en las inmediaciones de la ciudad de Aguascalientes, Méx.**

Fuente: (Romero A. J.)

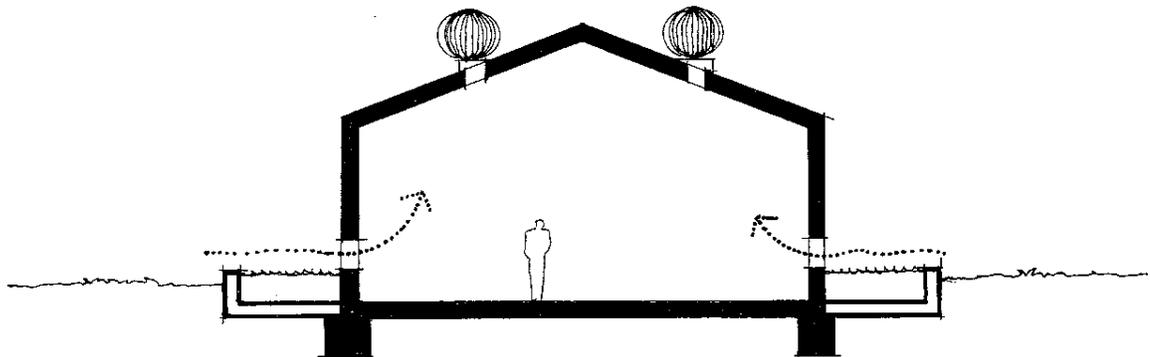


Figura 89) **Sistema de calentamiento pasivo para zonas muy cálidas y secas, ideado por el Dr. Diego Samano, que consiste en introducir aire enfriado por piletas de agua, (que también lo humidifican). El aire caliente del recinto es sacado por turbinas eólicas en la parte superior del proyecto** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Zonas Frías: calentamiento pasivo; en estas zonas se sugiere lo siguiente:

- a) Emplear colores oscuros, con altos coeficientes de absorción de la radiación.
- b) Diseñar espacios con aberturas orientadas hacia el mediodía.
- c) Aprovechar el almacenar la energía solar por medio de invernaderos, tragaluces, domos, aberturas especiales, etc.
- d) Usar materiales con grandes masas térmicas.
- e) Colocar invernaderos en tinacos pequeños para calentar el agua.
- f) Usar una chimenea con leña o carbón para calentar la casa unos días más fríos.
- g) Emplear el sistema de doble vidrio y dejar varios centímetros entre cada vidrio, para impedir que salga el calor.
- h) Usar contraventanas, para impedir que el calor salga en la noche.
- i) Utilizar techos inclinados, más bajos en la zona de ventanas y más altos en las zonas de muros, para forzar el calor hacia el interior.
- j) Plantar árboles de hoja caduca que permitan pasar la radiación de invierno.
(Ver sistema de calentamiento pasivo con cava de piedras y aislamiento térmico en paredes).



Figura 90) **Casa en una zona fría del Edo. de, Méx.** Fuente: (Google)

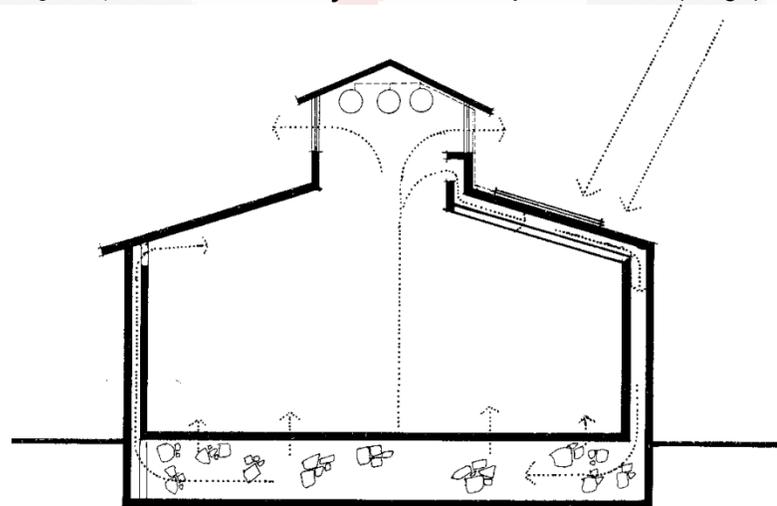


Figura 91) **Sistema de calentamiento pasivo con cama de piedras y aislamiento térmico en paredes con cámara de aire que sirven para recircular el aire caliente a las habitaciones...** Fuente: (Héctor

Ferreiro, 1991.)

Sistemas pasivos para zonas templadas: en las zonas templadas se recomienda que el proyecto será abierto, simplemente para dejar fluir el aire, y que la construcción promueva el bienestar, la comodidad y la salud de sus habitantes.

- a) Se recomienda emplear colores neutros que no permitan ganancias de energía solar.
- b) Se sugiere crear espacios hacia el exterior (aberturas) que permitan al paso de la luz natural, para ahorrar energía eléctrica e iluminar naturalmente la construcción.
- c) Se recomienda usar los jardines, patios espacios abiertos centrales, para cultivar flores y plantas.
- d) Se sugiere crear espacios abiertos con arremetidas, en especial los orientados al poniente, para impedir el deslumbramiento.
- e) Como hay problema de pérdidas y ganancias de calor, el espacio puede fluir hacia el exterior y generar una arquitectura que integre el exterior con el interior.
- f) Combinar el uso de los jardines con los espacios interiores.

- 5) **Ubicación en el terreno:** se habrá que calentar una casa en una zona fría templada, debería ser encontrada una colina y ponerla paredes norte contra ella y dejarla sur para ventanales e invernaderos.

Al respecto, cabe afirmar que los vientos del norte de ganar la colina y no enfriar a la casa, pues la tierra servirá de protección; a su vez, el jardín se dejara hacia el sur para recibir el sol.

El jardín con sol hacia el sur permitirá que crezcan vegetales; de este modo, la casa se protege de vientos del norte. Un jardín como la orientación calentará la casa al irradiar el sol (vía indirecta) hacia el interior, por las ventanas que den a aquel que recibirán la radiación de la tierra. En ambos casos es importante no desperdiciar el terreno en jardines pequeños, que no contribuyen a la comunidad de la casa.

Sí se desea enfriar, se deberá orientar hacia el norte y dejar jardines al sur sólo para que éstos produzcan frutas y flores, pero que estén debidamente sembrados y sin ventanas hacia ellos, ya que de otra manera se obtendrán grandes ganancias de calor.

En el caso de vistas del mar y atardeceres espectaculares, se pueden dejar los espacios abiertos al poniente, pero arremetidas debidamente para impedir la entrada de rayos Solares.

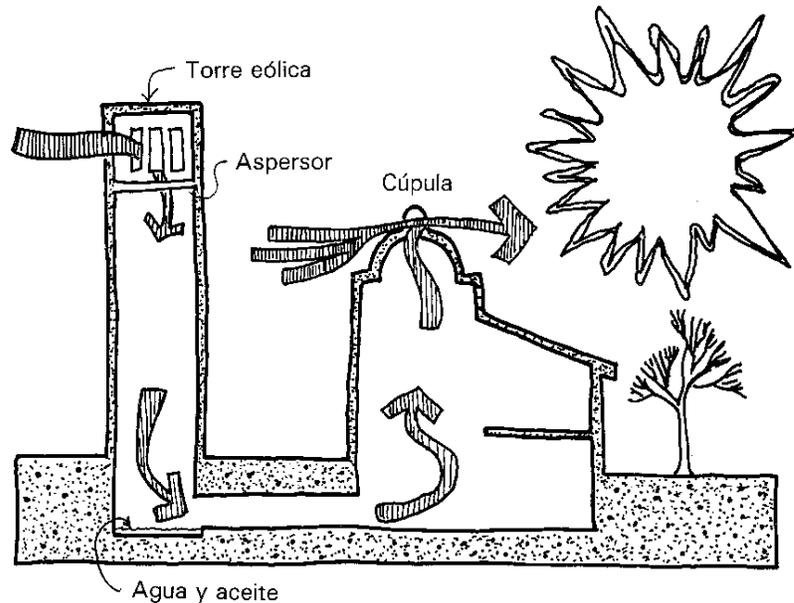
- 6) **Vegetación:** la vegetación de hojas caducas (árboles que pierdan sus hojas en invierno) es la más adecuada en jardines de casas que se deseen calentar; en cambio, en lugares muy cálidos, lo ideal es buscar árboles con copas frondosas, almendros y palmeras, pues no existe algo peor que verse obligado a cruzar un patio grande en un área calurosa, sin tener la sombra de un árbol. Al mismo tiempo, es muy desagradable contar con ventanales al sur, en lugares fríos, tapados por árboles estúpidos de hoja perenne.

Algunos árboles de hoja caduca ideales para regiones Frías pueden ser los fresnos, colorines, ciruelos.

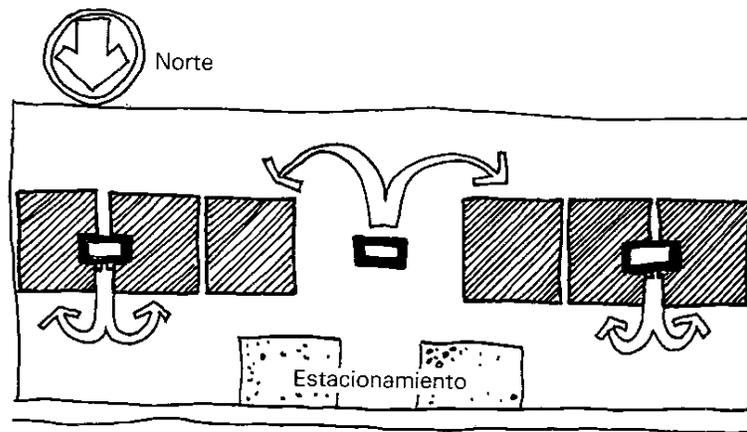
Algunos árboles de hoja perenne ideales para regiones cálidas podrán ser las palmeras, los almendros y los sauces.

Habrá que tomar especial cuidado en el tipo de árbol a escoger, verificar perfectamente su crecimiento en ese tipo de clima, la disponibilidad de agua, y el tipo de tierra en donde será plantado.

- 7) **Conocimiento y esperanzador del arquitecto en sistemas pasivos:** se sugiere ampliamente que los usuarios busquen la ayuda de técnicos especializados, ingenieros, arquitectos, ingenieros en energía, ambientalistas, etc. Para resolver sus problemas de bienestar ambiental, ya que el experiencia es invaluable en el asesoramiento.



a)



b)

Figura 92) **Sistema de enfriamiento pasivo empleado en casas de Mexicali, Méx.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

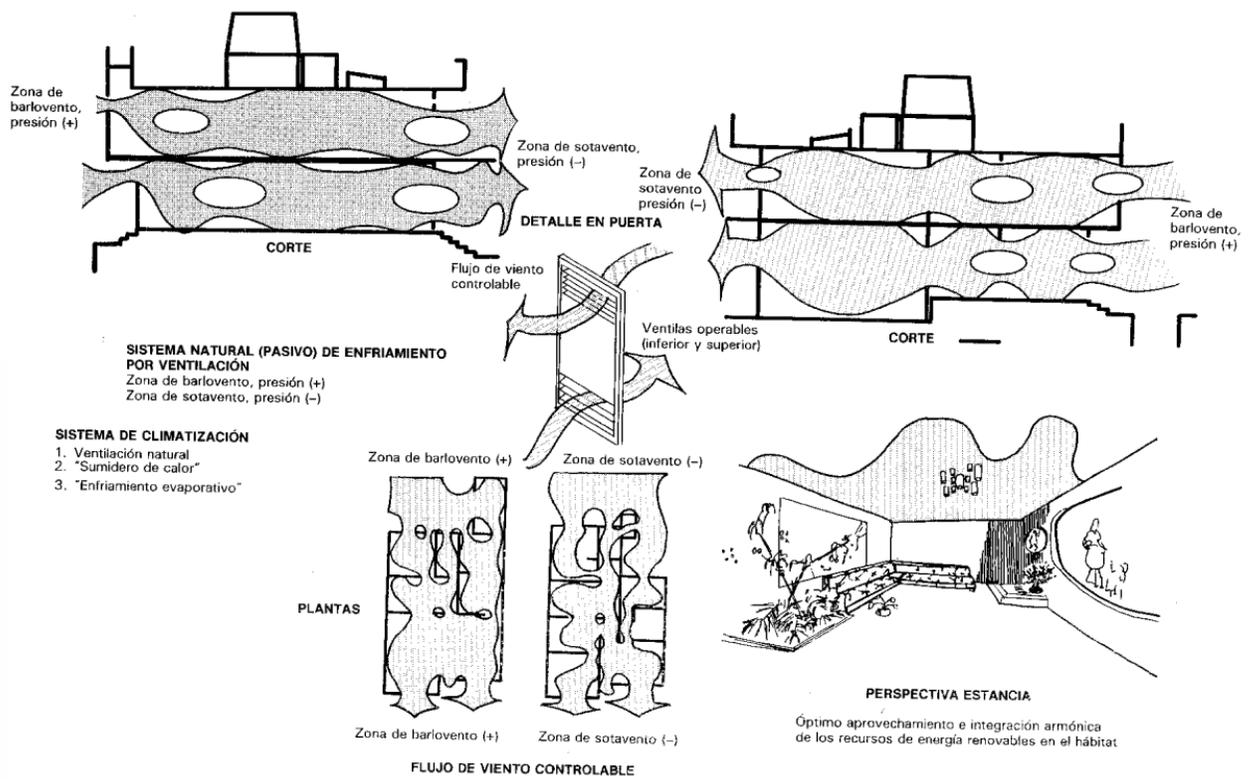


Figura 93) Proyecto Ecológico. Sistemas pasivos de climatización natural y calentamiento de agua por colectores solares para ahorrar agua y producir alimentos. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

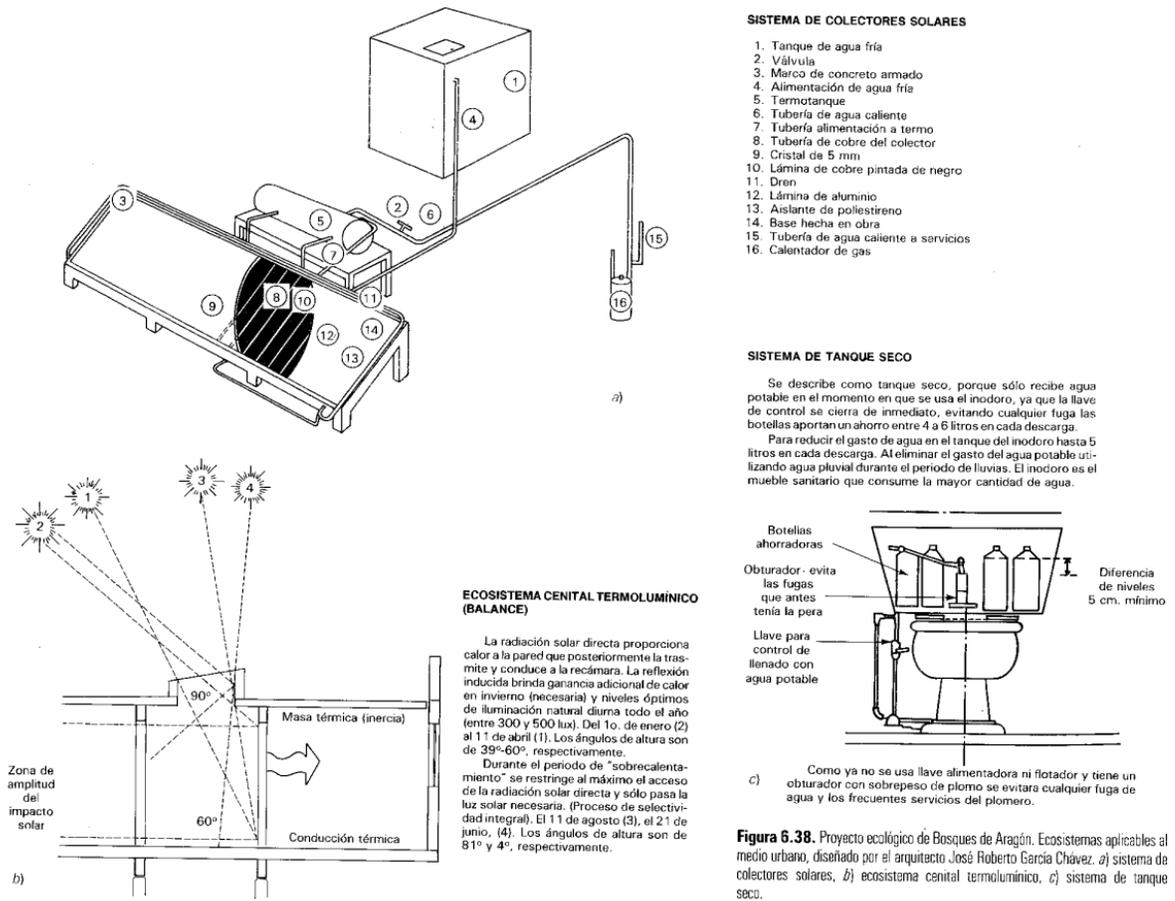


Figura 94) Proyecto Ecológico. Ecosistemas aplicables al medio urbano. A) sistema de colectores solares, B) Ecosistema cenital termo lumínico, C) Sistema de tanque seco. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

CAPITULO 6.

ARQUITECTURA SOLAR ACTIVA:

Desde hace varios años se ha escuchado a menudo sobre el aprovechamiento de la energía solar y del viento en casas y edificios especialmente para la calefacción, ventilación, iluminación natural y calentamiento de agua. En todos aquellos entusiastas, esto ha producido una inquietud por adentrarse en el tema, tanto por las perspectivas que se vislumbran, como por el inminente encarecimiento de los energéticos y sobre todo por el famoso calentamiento global.

En los países latinoamericanos en donde el sol es un recurso abundante y bien distribuido se considera que para que realmente pueda hablarse del potencial de una fuente de energía es necesario que existan tales elementos (recurso, necesidad, y tecnología), la energía solar tiene en Latinoamérica un potencial muy significativo, ya que es un recurso inmenso, las necesidades de la energía en la naciones de la región son cuantiosas y tienen a incrementarse notablemente, y, por último, la tecnología para aprovechar los recursos Solares permiten satisfacer las necesidades principalmente domésticas de los países involucrados, a nivel de urbano y rural.

Diseñar una edificación que resulte compatible con el clima implica cocer una serie de factores que hasta hoy en día han sido, relegados o menospreciados por los jóvenes arquitectos, no obstante su irrefutable importancia en el conjunto de variables que permite al ser humano desarrollar sus actividades en un ambiente confortable y saludable.

El alto desarrollo tecnológico que se ha visto en las últimas décadas, la cada vez más poca disponibilidad de energéticos, y cada vez más alto o precio de estos, aunado a esto a los problemas de contaminación y calentamiento global, han ido provocando el aumento de una sociedad cada vez más consciente de los problemas ambientales, en la que particularmente el sector de la construcción se vio implicado en estilos arquitectónicos dependientes de sistemas de acondicionamiento ambiental e iluminación artificial es, los cuales se han caracterizado por el alto consumo de energéticos convencionales. Así, han ido proliferando diseños arquitectónicos más libres, en ocasiones fuera del escala humana, de manera que el diseñador a sobrestimado su capacidad tecnológica para construir, al edificar por el impacto o visual que el ahora pueda reflejar, más que proporcionar a los ocupantes espacios cuya ambientación resulte humanamente compatible con el entorno. De modo sistemático, la imagen de la construcción ha llegado a ser más importante que su función primordial, que puede resumirse solo como aquella mediante la cual la construcción puede proporcionar protección de bienestar para desarrollar las actividades de vida y de trabajo del ser humano.

CLASIFICACIÓN DE LA ARQUITECTURA SOLAR EN PASIVA Y ACTIVA:

La arquitectura solar pasiva implica técnicas y procedimientos de adecuación ambiental, muchos de los cuales se conocen y aplican desde hace muchos siglos, pero aún tienen vigencia por su adecuación y lógica. Los sistemas pasivos se caracterizan por formar parte del estructura misma de la vivienda, acoplados de tal manera a las características del ambiente, se pueden captar, bloquear, transferir, almacenar o descargar energía de forma natural y casi siempre, autorregulable. Factores de diseño como la orientación, el tamaño y la ubicación de ventanas, el tipo de materiales, recubrimientos aislantes o reflejantes, la distribución de los espacios, etc., Son fundamentales para el diseño solar pasivo.

Por otra parte, cuando un sistema de climatización ambiental funciona con base al energía solar y en energéticos convencionales tales que el sistema sea dependiente de ambos y no funciona con más a la fuente de energía, se llama sistema activo. Estos energéticos generalmente incorporan sistemas de captación de tipo solar y el resto es de tipo convencional, tanto para la distribución como para el almacenamiento o descarga de calor o frío (bombas, ventiladores, intercambiadores de calor, etc.).

Los sistemas Solares tanto activos como pasivos incluyen técnicas y procesos de enfriamiento, calefacción, ventilación, iluminación, la humidificación, deshumidificación y calentamiento de agua.

CALENTADORES SOLARES:

Los sistemas activos requieren de dispositivos denominados calentadores, captadores o colectores, para llevar a cabo el proceso de captación energía solar. Dicho proceso consiste en transformar la radiación solar incidente en energía calorífica absorbido por un fluido circulante (agua, aire, aceite, etc.).

Los colectores se clasifican de acuerdo con su temperatura de operación, como sigue:

TIPO DE CONECTOR	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	USOS
Colectores planos	De 20 a 100 °C	En albercas, doméstico, industrial, hotelero y agropecuario.
Colectores evacuados	De 80 a 200°C	Aire acondicionado y desalación y uso industrial.
Concentradores	De 150 a 2000 °C	Aire acondicionado, desalación, generación de vapor y electricidad.

Tabla 7) Tabla de la clasificación de los colectores solares, según su temperatura de operación.

Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Colectores planos: Los colectores planos son aquellos en los cuales se intercepta y absorber la energía solar en una superficie plana, reciba por una película ennegrecida u otra altamente absorbente de la zona (superficie selectiva).

Dos tipos más comunes son: tubo soldados a una placa, tubos paralelos son dos en extremos a buscar de sales, y láminas metálicas unidas, una de ellas acanalada.

La placa colectora se aísla térmicamente en el fondo de los lados para disminuir las perdidas por conducción calórica. La parte superior de la placa se cobre a cierta distancia, de una o varias de cubiertas transparentes (de vidrio o plástico), cuya finalidad es producir el efecto de invernadero y, a su vez, con el aire ambiente y por radiación, and atrapar la radiación infrarroja, emitida por la placa colectora.

Dicha placa se construye de cobre, aluminio o hierro, materiales que poseen buenas conductividades térmicas y dimensiones variadas. Su revestimiento ennegrecido favorece la absorción de radiación solar incidente. Sí es selectivo, disminuirá la emisión de radiación infrarroja.

Como los colectores planos suelen estar a fijos, aprovechan la radiación solar global, es decir, la que proviene directamente del sol (radiación directa) y la reflejada y dispersada por la atmosfera y las nubes (radiación difusa). Su inclinación y orientación se fijan con base en los factores astronómicos de posición (latitud geográfica y declinación solar) y climatológicos regionales (nubosidad).

La aplicación de tales unidades se dirige esencialmente a sistemas de calentamiento de agua, aire acondicionado, refrigeración y destilación.

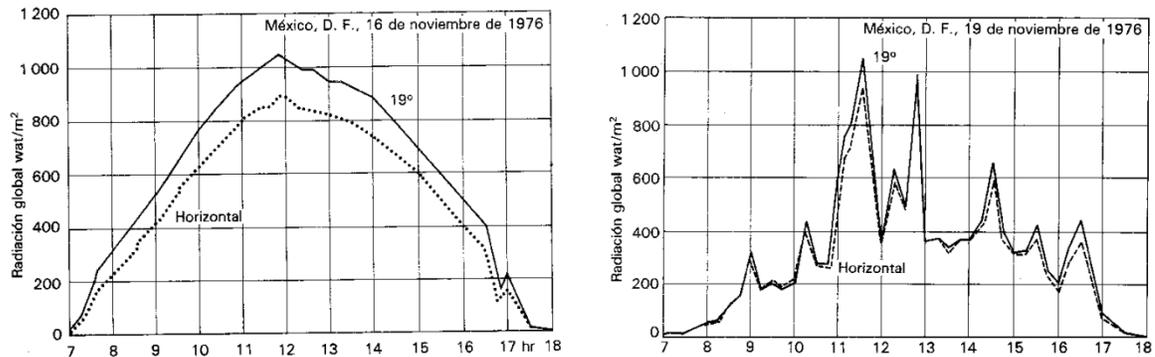


Figura 95) Derecha: Distribución de la radiación solar global incidente sobre el plano horizontal y uno inclinado 19° con respecto al tiempo para un día despejado. Izquierda: Distribución de la radiación solar global incidente sobre un plano horizontal y uno inclinado con respecto al tiempo para un día parcialmente nublado. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DE UN COLECTOR SOLAR PLANO, CUBIERTAS TRANSPARENTES:

Los materiales comúnmente utilizados como cubiertas transparentes en colectores Solares son de vidrio y plástico. El vidrio se ha utilizado ampliamente en aplicaciones Solares. Sus principales características son la transmisión selectiva de la radiación y su resistencia a la intemperie. El peso y su fragilidad son los más serios con inconvenientes en su empleo.

La transmisión de la radiación solar en el vidrio se afecta altamente por su composición. Cuando tiene una gran concentración de óxido férrico (Fe_2O_3), su canto es de color verdoso y absorbe una cantidad de energía mayor que el vidrio de cante incoloro (bajo porcentaje de oxido férrico).

También es importante señalar que la Transmisividad disminuye con el espesor de la cubierta y está en función del ángulo de incidencia de los rayos Solares; a la incidencia perpendicular o normal, la trasmisión de la radiación es máxima. La gama de Transmisividades de la energía solar en el vidrio varía de 78 a 91% de radiación incidente.

El video presente la característica de ser opaco a la radiación infrarroja, que corresponde a la emitida por la superficie absorbente del colector a temperaturas de operación. Por ello, la radiación se refleja de nuevo al colector y disminuye sensiblemente las pérdidas caloríficas. Este fenómeno se llama **efecto de invernadero**.

En los últimos años se han elaborado plásticos con propiedades específicas para utilizarlos en equipos de captación de energía solar. Esto se caracteriza por mejoras en sus propiedades mecánicas, por su resistencia a la intemperie y por su buena Transmisividad muchas veces mayor a 90%.

El teflón, el acrílico, el mylar, el poliéster con fibra de vidrio y el tedlar son plásticos que han demostrado propiedades aceptables para usarlas en aplicaciones Solares. La vida útil estos materiales varia de 1 a 5 años. (Ver tabla de las características de los materiales más empleados como superficies absorbentes en colectores Solares).

TIPO DE MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA Wat/m° C	DENSIDAD Kg./m ²
Cobre	385	8795
Aluminio	211	2675
Fierro	60	7760
Acero	48	7850
PVC	0.19	1300
ABS	0.17	1035
Polipropileno	0.14	900

Tabla 8) Tabla de las características de los materiales más empleados como superficies absorbentes en colectores Solares. (Héctor Ferreiro, 1991.)

Aislamiento: El mejor aislante no es sólo el que tiene la menor conductividad térmica “K”; también se deben de considerar los siguientes factores:

- a) Densidad (en General), Po resulta más conveniente disponer de materiales ligeros.
- b) Temperatura máxima de servicio.
- c) Comportamiento en atmósfera húmeda.
- d) Resistencia al fuego, a bacterias o a hongos.
- e) Estabilidad química.
- f) Costo.

La conductividad térmica comenta con la temperatura, con que sus variaciones son pequeñas en el dominio de temperaturas operación. (Ver tabla de temperaturas requeridas para diversos usos).

Para el lavado	35° C
Para la ducha	38 ° C
Para la cocina	50° C
Para la lavadora	60° C

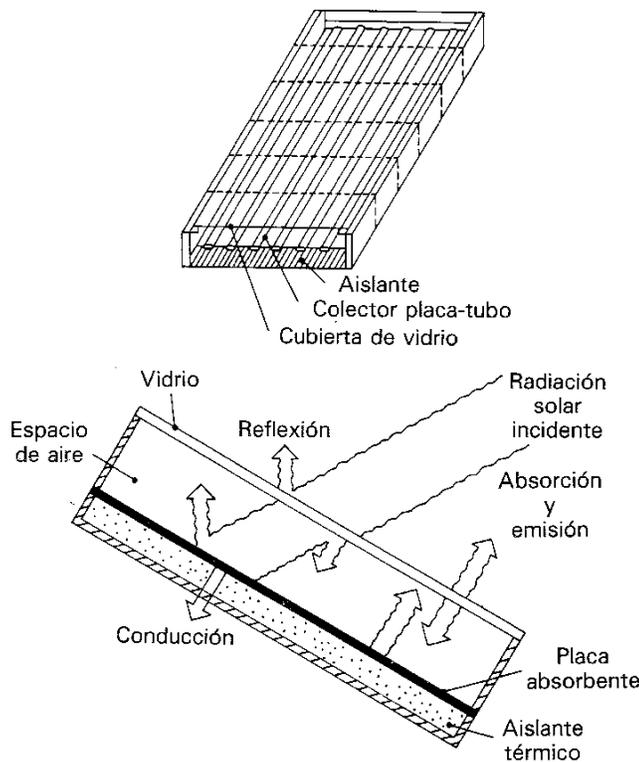
Tabla 9) Tabla de las temperaturas requeridas para diversos usos. (Héctor Ferreiro, 1991.)

Calentador solar de agua a circulación natural: Este tipo de calentador es el más común para uso doméstico; consta de uno o varios colectores Solares y de un tanque de almacenamiento o aislado térmicamente al cual se le llama termo tanque, peces dicta la en una posición más elevada que el colector, para lograr el efecto o de termosifón o de circulación natural. Este último sirve para aprovechar la diferencias de temperaturas existente entre el colector del termo tanque.

El agua contenida en el termo tanque desciende por gravedad al colector, que transforma la energía radiante en calorífica y la cede al fluido circulante. Por su parte, el agua caliente del colector es menos densa y tiende a subir hacia la parte alta del termo tanque, con lo cual se establece una circulación durante las horas de insolación.

En días despejados y al mediodía solar, el flujo en un calentador solar es del orden de 1 lt/min. Por m² de superficie de colector.

El calentador solar funciona con radiación global, es decir, tanto directa como difusa. Cabe señalar que aún cuando el calentador solar de agua por termosifón es un sistema pasivo, debido a que en él no se emplea equipo electromecánico para su funcionamiento, se describe ampliamente por su importancia significativa.



Ferreiro, 1991.)

Altura entre el tanque y el colector solar: Se recomienda una distancia mínima de 30 cm. entre el extremo superior del colector y el nivel del tubo de salida de agua fría del tanque de almacenamiento.

Longitud de los tubos de conexión: La longitud de los tubos de conexión entre el colector y el tanque de almacenamiento deberá ser mínima; además, se debe tener cuidado de enviar cambios bruscos de dirección, con el fin de disminuir la caída de presión en el sistema, y prescindir de válvulas de retención (check).

Figura 96) **Diagrama de un colector solar con sección transversal, y muestra el fenómeno del efecto de invernadero.** Fuente: (Héctor

Aislamiento: Para cualquier sistema de calentamiento solar de agua es de vital importancia reducir la pérdida de calor. Esto se puede lograr mediante un buen aislamiento solar en las partes lateral y posterior del colector, en los tubos de entrada y salida de agua, así como en el tanque de almacenamiento.

Diámetro de tubería: Los diámetros más recomendables para las tuberías que conectan el calor con el tanque de almacenamiento son de ¾" (19 mm.) o de 1" (25 mm.), para volúmenes del termo tanque de 250 y 500 litros, respectivamente. Es importante instalar el mínimo número de

codos de 90°, así como enviar reducciones momentos en el diámetro de la tubería. Sí se requiere usar válvulas, se recomienda que sean de compuerta o decir.

Instalación del sistema: Para un funcionamiento satisfactorio del calentador solar, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Que la base del tanque de almacenamiento de agua se encuentra mayor altura que el extremo superior del colector.
- b) Que la longitud de los tubos de conexión entre el colector y el tanque sea la misma.
- c) Que el tubo de agua caliente proveniente del colector hacia el termo tanque este colocado siempre de forma ascendente. (ver el diagrama de un colector solar y se sección transversal), (ver diagrama típico de instalación de un calentador solar), (ver gráfica de temperaturas y gastos en función del tiempo para un calentador solar a circulación natural).

Inclinación y orientación del colector solar: La cantidad de radiación solar incidente sobre el colector, depende de su orientación y de su inclinación respecto la trayectoria del sol.

Se recomienda un ángulo de inclinación de 0.9 veces la latitud del lugar, así como un ángulo acimutal de 0°, o sea, orientado hacia el sur (en el hemisferio norte), para obtener la máxima radiación directa anual. Estas recomendaciones son válidas del punto de vista geométrico de la componente directa de la radiación solar y me incluyen la componente difusa de esta. Por tanto, en esta componente se debe tener en cuenta la distribución local de la nubosidad.

Área del calentador solar: En la práctica, el área de colectores se debe calcular para satisfacer del 50 al 90% de las necesidades totales de agua caliente de la vivienda. Un metro cuadrado de calentador solar proporciona entre 50 y 100 litros de agua caliente (de 40 a 60° C), según la disponibilidad de energía solar de la localidad.

En lugares donde se registran temperaturas inferiores a los 5 °C, se deben tomar previsiones para evitar que las tuberías del colector se revienten por congelamiento del agua.

Para proteger al calentador solar del hielo existen trece alternativas:

- a) Vaciar el calentador solar en el invierno de forma manual.
- b) Agregar un anticongelante al circuito, para lo cual es necesario adoptar un intercambiador de calor.
- c) Colocar una parábola anticongelante.

La primera opción es económica y simple, aunque un tanto molesta, debido a que el usuario tiene que vaciar el colector todas las tardes durante el invierno.

La segunda presión consiste en colocar un intercambiador de calor en y termo tanque y utilizar una mezcla de agua con anticongelante (por ejemplo el etilenglicol). De esta manera, existen dos circuitos hidráulicos: el primario, que conecta al colector con el intercambiador de calor a través del cual circula la mezcla anticongelante, y el secundario, por el cual circula el agua caliente del termo tanque a los servicios o al calentador auxiliar.

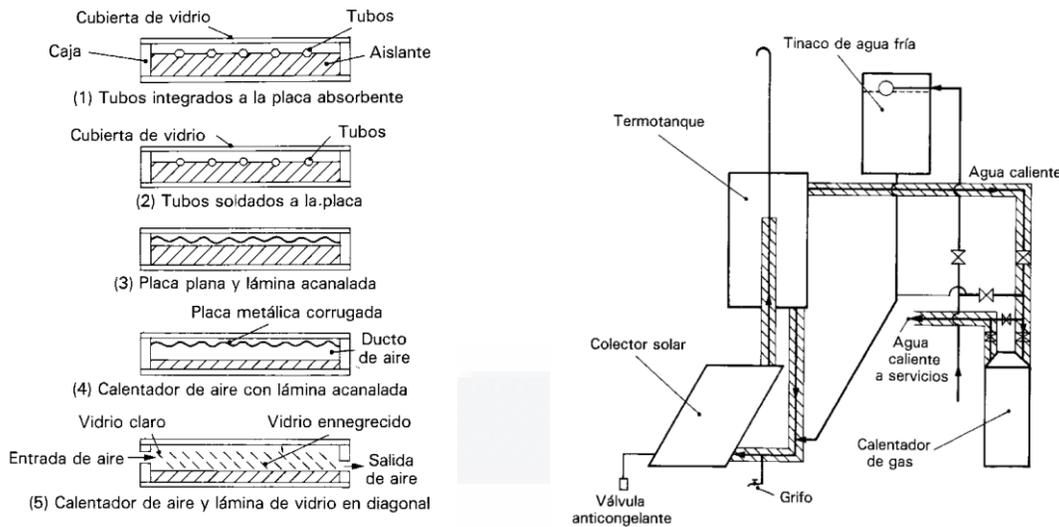


Figura 97) **Izquierda: Diversos tipos de colectores solares planos, Derecha: Diagrama típico de la instalación de un colector solar para uso domestico.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

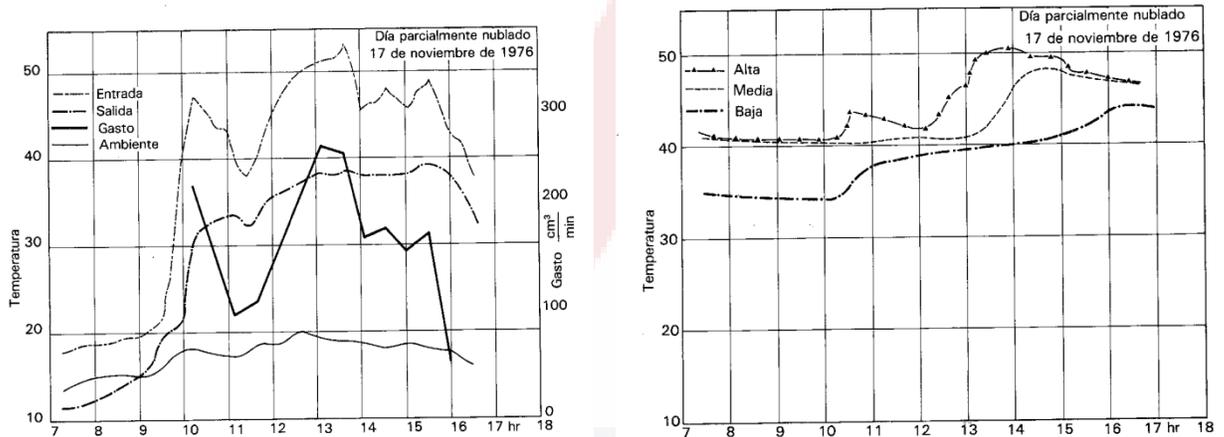


Figura 98) **Izquierda: Grafica de temperaturas y gastos en función del tiempo, para un calentador solar a circulación natural. Derecha: Temperaturas en el tanque de almacenamiento de un calentador solar en circulación natural, en función del tiempo.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

El rendimiento del calentador con intercambiador de calor es menor que el diseño común, por lo cual se requiere un área de captación solar un poco mayor.

La tercera opción consiste en colocar una válvula anticongelante que, de forma automática, de René el colector cuando la temperatura ambiente esta cercana a la de congelamiento del agua. (Ver gráfica del comportamiento de las temperaturas y del gasto de un colector solar, cuando se extrae agua de termo tanque), (ver gráfica del efecto de la extracción del agua sobre la temperatura en un termo tanque con capas sea totales de 50 lt.).

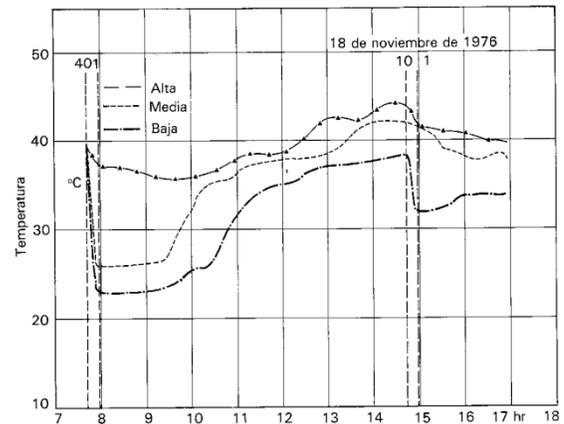
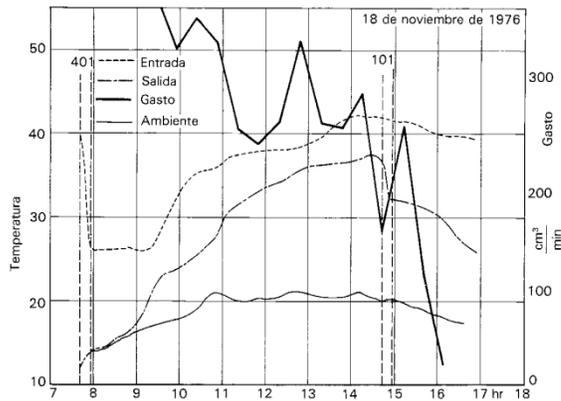
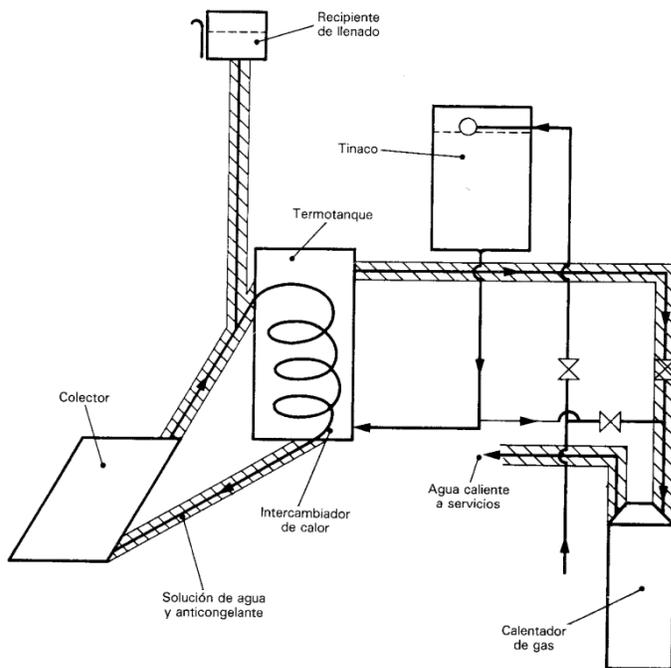


Figura 99) Izquierda: Grafica de temperaturas y de gastos de un colector solar, cuando se extrae agua del termo tanque. Derecha: Efectos de extracción de agua sobre la temperatura en un termo tanque con capacidad total de 50 litros. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

APLICACIONES DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES:

Cuando se requiere calentar grandes volúmenes de agua, o debido a la imposibilidad de instalar un sistema operado por termosifón, se emplea una bomba para la circulación del fluido (circulación forzada). Esto sucede generalmente en edificios, hoteles, industrias, hospitales, baños y piscinas, así como en equipos debe acondicionado o refrigeración. En estos casos, se deben considerar los siguientes factores para el buen diseño de un sistema de circulación forzada (ver el diagrama de instalación de un calentador solar de agua con anticongelante para uso doméstico en sitios con temperaturas ambientes bajas).



- a) Orientación e inclinación de los colectores.
- b) Arreglo óptimo en el banco de colectores.
- c) Potencia de la bomba. O
- d) Diámetro óptimo de las tuberías.
- e) Controles. (ver la fotografía calentadores Solares de agua por termo función en un edificio habitacional del infonavit en la ciudad de México).

APLICACIONES RECREATIVAS:

La forma tradicional de calentamiento de piscinas se lleva a cabo mediante el uso de una caldera, que para su operación consume gas licuado de petróleo (lp) o gas natural, díselo combustóleo.

La gama de temperaturas una piscina

fluctúa entre los 22 °C para albercas de competencia y de 26 a 30° C para uso recreativo. En el caso de tinas de hidroterapia, las temperaturas recomendables varían de los 34 a los 38 °C.



Figura 100 y 101) Derecha pág. anterior: Diagrama de instalación de un calentador solar de agua con anticongelante para uso domestico en sitios con temperaturas ambientes bajas (4 °C). Derecha: Calentadores solares de agua por transmisión en un edificio habitacional para infonavit en la cd. de México. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

La temperatura de una piscina depende del equilibrio alcanzado entre las ganancias y las pérdidas caloríficas. Del 75 al 85% del energía solar incidente es absorbido y se convierte en un calor útil; además, aproximadamente el 5% de la radiación solar se refleje la bóveda celeste.

Las pérdidas calor y casa se presentan por diversos mecanismos; las pérdidas por conducción a través del piso y muros normalmente son desperdiciables;

las pérdidas por convección se presentan tanto de forma natural como forzada, esta última generada por el viento, y también existen pérdidas relativas en el infrarrojo que están en función del gradiente de temperaturas ambiente y efectiva de la bóveda celeste. Sin embargo, las pérdidas más significativas se presentan por enfriamiento o evaporativo, cuando la presión del vapor de agua en el aire es menor que la del vapor de agua de la Alberca. El caldo requerido para la evaporación es extraído de la Alberca.

En una pequeña Alberca de 60 m² de superficie expuesta a la intemperie, con una profundidad promedio de 1.50 m. Una temperatura del agua de 25° C, un 80% de humedad de relativa, una temperatura ambiente del 20° C y una velocidad del viento de 10 km/h, se presenta la siguiente distribución de pérdidas calóricas:

PÉRDIDAS CALÓRICAS	
Radiación	5.97 Kw
Convección	2.19 Kw
Enfriamiento evaporativo	9.17 Kw
Total	17.33 Kw

Tabla 10) **Tabla de pérdidas de calorías.** (Héctor Ferreiro, 1991.)

Como se aprecia, las pérdidas por enfriamiento evaporativo representan el 53% del calor total disparado. Por esta razón, es conveniente usar una cubierta de plástico transparente, para reducir las pérdidas evaporativo y convectivo as e incrementar la temperatura de la Alberca.

El uso de una caldera permite calentar el agua de la piscina en periodo relativamente cortos (de 2 a 48 horas), lo cual depende de la temperatura inicial de las condiciones climatológicas; sin embargo, los costos de operación (consumo de combustible, salario del operario, etc.) Y los de mantenimiento resultan cada vez más significativos y grumos, además del efecto contaminante provocados por los gases en la combustión fósil.

Desde luego, el uso de la energía solar para calentamiento de tinas resulta muy atractivo, debido a las bajas temperaturas de operación y, en consecuencia, a mayor eficiencia térmica del equipo solar (de 60 a 80%). (Ver la grafica de eficiencia teórica y experimental en función del tiempo para un calentador solar a circulación natural).

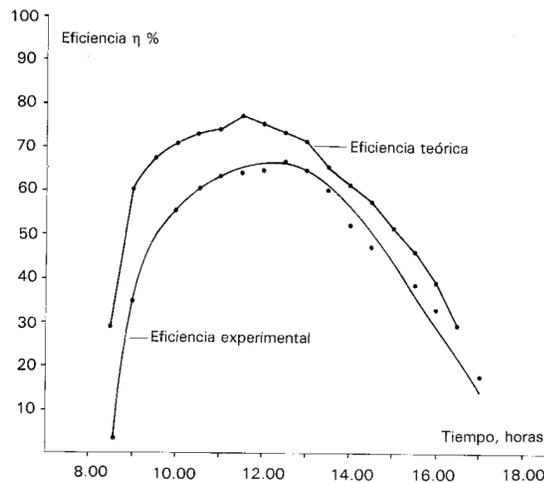


Figura 102) **Gráfica de eficiencias teóricas y experimental en función del tiempo para un calentador solar a circulación natural.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Área y tipo de calentadores Solares: El área de calentadores Solares está en función de los parámetros siguientes: volumen del Alberca, insolación y condiciones climatológicas de la localidad (temperatura ambiente, velocidad del viento, humedad relativa, tipo de piscina, etc.), además de otros factores, como la proyección de sombras y siesta cubierta o a la intemperie.

El tipo de calentador que generalmente se amplía consiste en una placa absorbente ennegrecida (metálica o plástica) sin cubierta transparente. En lugares con bajas temperaturas ambiente y vientos constantes se recomienda usar calentadores Solares con cubierta transparente de vidrio o plástico. La orientación del calentador solar debe ser hacia el sur como ya se ha visto, mientras que le inclinación debe ser similar a la de la latitud del lugar. El sistema solar se conecta en serie al equipo de filtrado y, en caso de ser necesario, se puede integrar un calentador auxiliar o adaptarse al existente.

En la mayoría de los casos se emplea una sola bomba para efectuar el filtrado y calentamiento solar de la piscina; sin embargo, cuando dedicación del sistema solar está distante del cuarto de máquinas, se recomienda colocar una bomba más potente o una independiente para calentador solar.

En el invierno es muy importante que el calentador solar se deben de, para evitar las rupturas por congelamiento en las localidades con temperaturas menores y 5 °C por otra parte el calentador solar, debe operar de 6 a 8 horas diarias para funcionar correctamente. Es recomendable contar

con control automático que permita encender la bomba durante las horas de insolación y apagar la en periodos nublados o nocturnos. (Ver la tabla de haría requerida para calentadores Solares “de tipo de placa absorbente de cobre sin cobertura transparente” por m³ de agua por algunas ciudades de la república mexicana), (ver el diagrama del insolación Don Sistema solar de calentamiento de agua a convección forzada). Tipo de calentador solar: placa absorbente de cobre, sin cobertura transparente.

Ciudad	M2
Acapulco	0.50
Aguascalientes	0.90
Cuernavaca (zona norte)	0.80
Cuernavaca (zona sur)	0.80
Culiacán	0.60
Guadalajara	0.85
Hermosillo	0.80
Jalapa	1.00
La paz	0.50
Mérida	0.50
México Df	1.00
Monterrey	0.90
Puebla	1.00
Querétaro	0.90
San Luis potosí	0.80
Tlaxcala	1.00
Toluca	1.15
Veracruz	0.50
Zacatecas ⁸	0.80

Tabla 11) *Tabla de áreas requeridas de calentadores solares⁹ por m³ de agua para algunas ciudades de la República Mexicana.* (Héctor Ferreiro, 1991.)

⁸ calentador con cubierta transparente y características similares.

⁹ Configuración: tubo con aleta y 0.15 m. De separación entre los centros de los tubos

Costos: El costo de los calentadores Solares varía en función del diseño y tipo de materiales empleados para su construcción sin embargo el precio de su instalación representante de un 20 a 30% sobre su costo, esto hablando de calentadores residenciales.

El tiempo de amortización de este tipo de sistemas es muy variable pero puede fluctuar de 2 a 4 años, según la insolación, las condiciones climatológicas y el costo combustibles. Por ello, usar un sistema solar para el calentamiento de piscinas resulta sumamente atractivo, debido a su corto tiempo de amortización, un mantenimiento mínimo, alta eficiencia térmica y no la contaminación ambiental.



Figura 103 y 104) En esas imágenes se representan dos tipos de calentadores Solares de última generación. Fuente: (GADGETO, 2008)

Colectores evacuados: La eficiencia de los colectores Solares planos de caer fuertemente a temperaturas superiores a los 100 °C debido a que las pérdidas de calor aumentan con el gradiente de temperaturas de operación. Cuando se requiere una mejor eficiencia a temperaturas entre 80 y sienta 130 °C, se pueden emplear colectores evacuados.

Este tipo de colectores consiste en un receptor metálico contenido en un tubo de vidrio con un diámetro mayor, sellado herméticamente. Además de esto, se evacuó a el aire hasta lograr una presión del orden de 10^4 mm. De mercurio, lo cual se eliminan las pérdidas de convección y conducción, y sólo quedan pérdidas relativas que se disminuye sensiblemente al usar una superficie selectiva. Este recubrimiento negro tiene una alta absorción de energía solar y una baja en emisividad en la región del infrarrojo.

Los colectores evacuados satisfacen los requerimientos térmicos de equipos de aire acondicionado, refrigeración y generación de vapor.

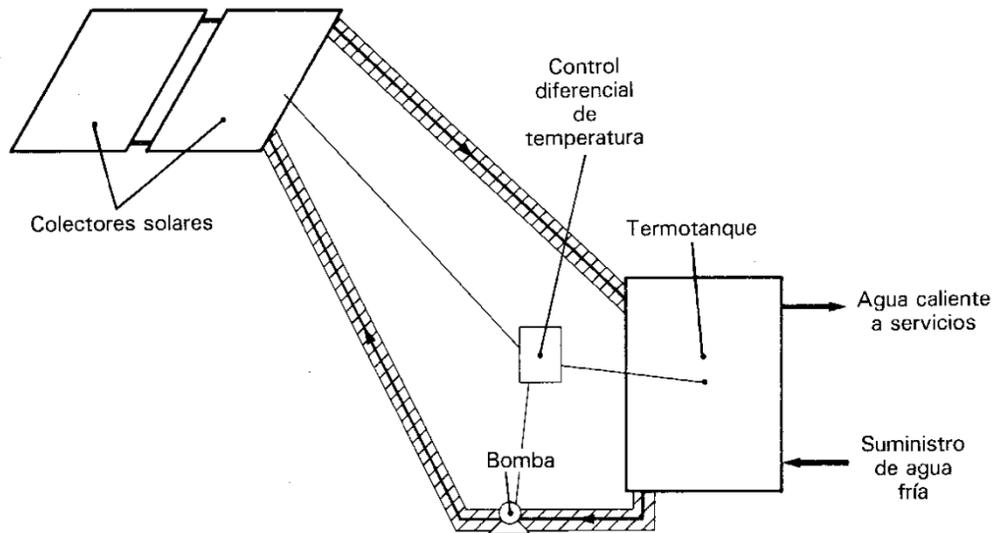


Figura 105) **Diagrama de instalación de un sistema solar de calentamiento de agua a convección.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Concentradores: Los Concentradores o captadores focales, mediante superficies reflectoras, dirigen la radiación solar sobre una superficie cuya área es menor que aquella que intercepta al energía incidente.

Con dicho tipo de colectores se aprovecha únicamente la radiación solar directa, y por tal razón debe seguir el movimiento del sol. Para tal fin, se requiere contar con un mecanismo apropiado (heliotropeo). Las temperaturas que se alcanzan son sobre los 2000 °C (según la perfección óptica y del diseño).

En función del tipo de superficie reflectoras, los Concentradores o captadores focales se clasifican en cónicos, cilíndricos y parabólicos. Los Concentradores con superficie reflectoras usa lentes tipo Fresnel. (Ver la construcción de un lente tipo Fresnel).

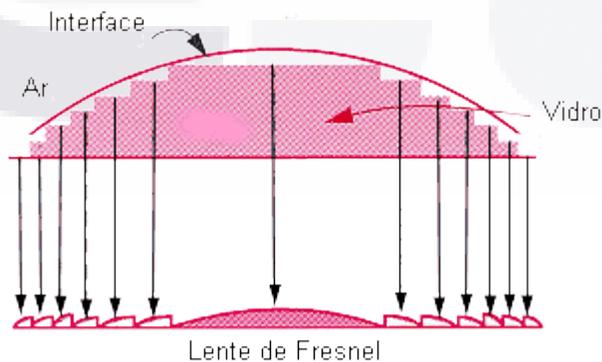


Figura 106) **Lente Fresnel.** Fuente: (Wikipedia)

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA:

La intermitencia natural de la radiación solar, a una da a la diferente distribución de insolación-carga térmica, conduce necesariamente usar sistemas de almacenamiento de energía térmica (**SAET**) en aplicaciones Solares, los cuales se utilizan a menudo en equipos de calentamiento de agua, climatización activa y pasiva y refrigeración. De esta manera, un estudio detallado de la disponibilidad de la insolación, del sistema de captación, del tipo de almacenamiento y de las necesidades energéticas por satisfacer, permitirá determinar en qué porcentaje el sistema solar puede contribuir a los requerimientos térmicos para una aplicación específica.



Figura 107) **Sistema de calentamiento solar para una alberca.** Fuente: (GADGETO, 2008)

En la siguiente figura se muestra la distribución de energía en función del tiempo para un proceso solar cualquiera. Durante el periodo de insolación que recibe cierta cantidad de energía en el sistema de captación, la cual, con una eficiencia dada, se transformará en Valor útil, **Qu**. En este periodo **QU** excede de carga térmica requerida y se genera un exceso de energía disponible que se almacena, para que cuando la carga sea mayor que **Qu**, se satisfaga los requerimientos térmicos necesarios.

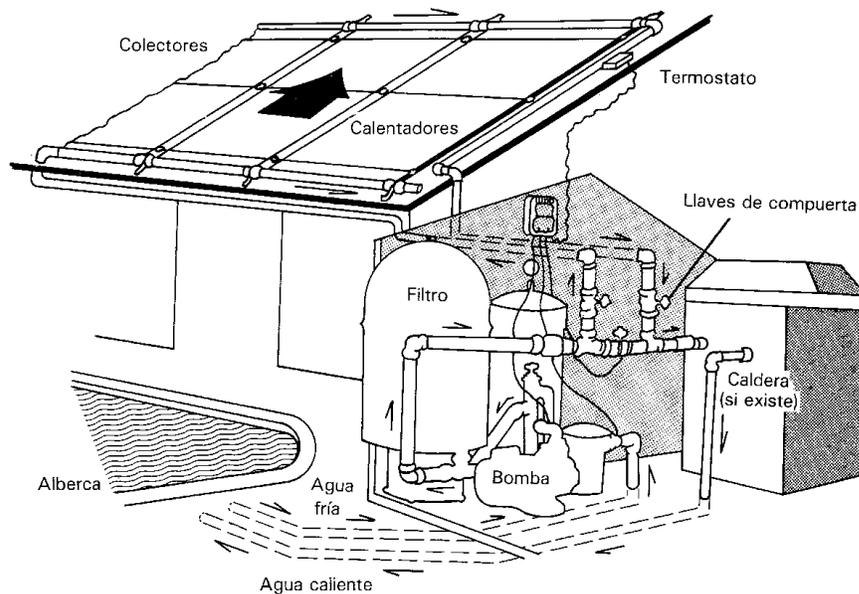


Figura 108)
Sistema de calentamiento solar para una alberca. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Clasificación: El tipo de sistema de almacenamiento para una aplicación específica depende, entre otros factores, de la temperatura de la operación. En la siguiente grafica se muestra la gama de temperaturas para diversos materiales utilizados en los **SAET**. El almacenamiento de energía térmica a bajas temperaturas (menores de 100° C) se puede realizar en forma de calor sensible en un medio sólido o líquido, o como calor latente de fusión en sistemas químicos.

La selección del medio de almacenamiento o de la energía más adecuado depende de la naturaleza del proceso. Para sistemas de calentamiento de agua, lo más lógico es almacenar la energía en forma de calor sensible al hecho rocoso o en agua, como en materiales que sufren un cambio de fase, aprovechando el calor latente de fusión (por ejemplo, sales y tratadas y mezclas eutécticas¹⁰).

Características: Las características más importante de un **SAET** que se deben considerar son las siguientes:

- a) Capacidad de almacenamiento por unidad de volumen y peso.
- b) Métodos de ed. Y extracción de calor.
- c) Gama de temperaturas operación.
- d) Estratificación de las temperaturas.
- e) Requerimientos energéticos de apoyo para la adición y extracción del calor.
- f) Recipientes, tanques u otros elementos asociados.
- g) Pérdidas caloríficas.
- h) Vida de servicio.
- i) Costos.

En la siguiente tabla se muestra las características de los materiales más comunes utilizados en un **SAET** por calor sensible.

MATERIAL	CAPACIDAD CALÓRICA DENSIDAD			
	Kcal/Kg°C	Kcal/m ³ °C	30% intersticios	Kg/m ³
Agua	1.00	1000	--	1000
Fierro	0.12	945	661	7850
Piedra	0.21	577	404	2700
Concreto	0.23	513	359	2242
Ladrillo	0.20	449	314	2242
Pino	0.67	288	202	432
Arena	0.19	288	202	1522
Arcilla	0.22	224	157	1009

Tabla 12) **Tabla de las características de los materiales más comunes utilizados como SAET por calor sensible.** (Héctor Ferreiro, 1991.)

¹⁰ Dicho de una mezcla: Que presenta un punto de fusión bien definido y más bajo que el de cada uno de sus componentes

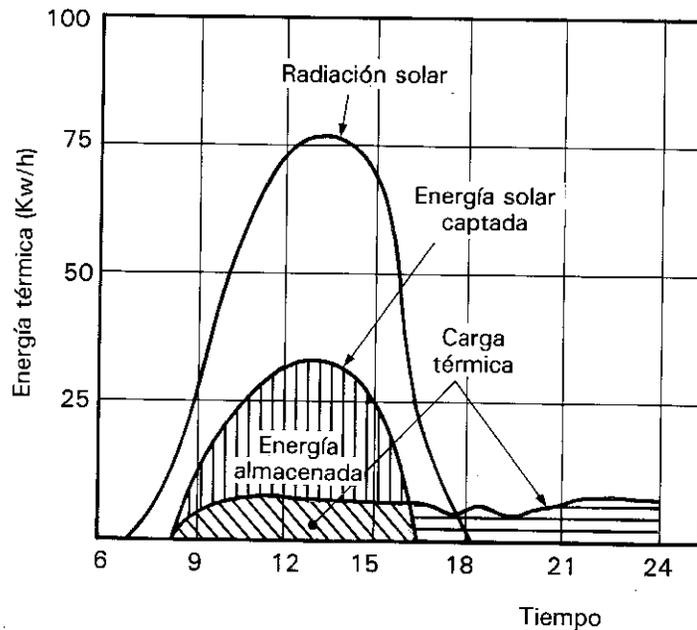


Figura 109) **Distribución de la energía térmica en un proceso solar.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Almacenamiento por calor sensible: El agua es el medio de almacenamiento que más se emplea, debido a sus características térmicas, bajo costo o y disponibilidad. Su gama de temperaturas de operación fluctuar desde una ambiente hasta otra de casi 100° C en tanques de presión atmosférica, y temperaturas superiores en tanques presurizados. La adición y extracción de la energía calórica se realiza mediante la circulación del agua.

La captación de almacenamiento de energía del agua que opera sobre cierto intervalo de temperatura ΔT Esta dada por la ecuación siguiente (Héctor Ferreiro, 1991.):

$$Q = m * Cp * \Delta T *$$

En donde:

Q = cantidad de calor

M = masa

Cp = capacidad calórica

ΔT = diferencia de temperatura

La cantidad de agua recomendada para el SAET fluctúa entre los 50 y 100 lt/m² Bou de superficie de colector, y la más común es de 75 lt/m².

Para almacenar energía en un sistema de calentamiento de agua, se requiere que el tanque cumpla con las características siguientes:

- a) Flujo altamente estratificado.
- b) Buen aislamiento térmico.
- c) Resistencia a la corrosión.
- d) Vol. De almacenamiento o adecuado (en el que se consideran la expansión volumétrica, el agua contenida en tuberías, etc.).
- e) Buen diseño mecánico.
- f) Bajo costo.

En la siguiente grafica se muestran los resultados experimentales de la distribución de temperaturas en un tanque estratificado de un calentador solar de agua para uso doméstico.

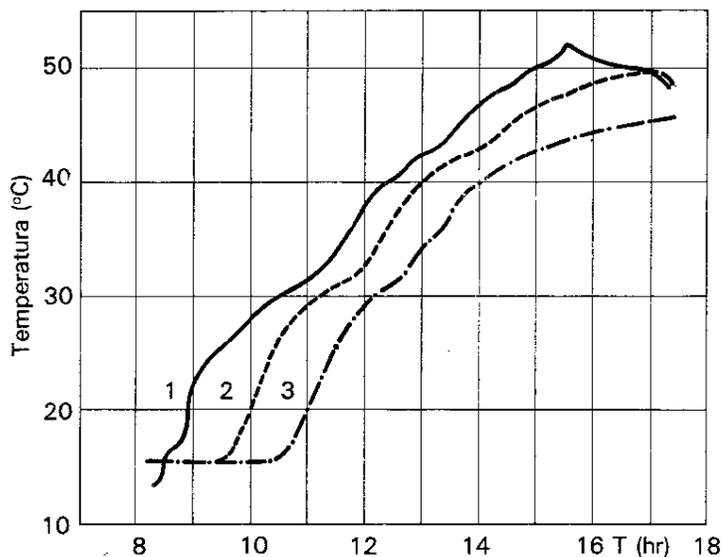


Figura 110) **Distribución de temperaturas en un termo tanque de un calentador solar de agua para uso doméstico.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

Los lechos de piedra son SAET que se emplean mucho en sistemas de colectores que operan con aire. El SAET es construido por pequeñas piedras, con cierta capacidad calórica, a través de las cuales circula el aire, que extrae o adicional energía térmica.

Un lecho rocoso bien diseñado tiene las siguientes características:

- a) Alto coeficiente de transferencia de calor entre el aire y el sólido.
- b) Baja conductividad térmica del hecho, cuando no hay circulación de aire.
- c) Costo o mínimo.

Durante la adición de calor, el aire caliente descendiente a través del lecho y ascendiente durante la fase de extracción. Cabe señalar que en estos sistemas, la adición y la extracción de calor no se pueden realizar simultáneamente; como en los tanques de almacenamiento de agua. Los principales problemas que presentan en la operación del lecho rocoso son:

- Condensación de humedad.
- Alta caída de presión y baja capacidad térmica del material.

En la siguiente tabla se muestre las condiciones de operación de lechos rocosos.

Temperatura máxima de operación	100 °C
Intervalo de temperaturas	30 – 80 °C
Temperatura mínima de operación	Temperatura ambiente
Flujo de aire a través del lecho	0.1 – 0.2 m/seg.
Flojo de aire en la entrada y salida del lecho	4 – 5 m/seg.
Caída de presión	2.5 a 7.5 mm. H₂O
Tamaño de la piedra	1 a 3 cm.

Tabla 13) **Tabla de las condiciones de operación de los lechos rocosos.** (Héctor Ferreiro, 1991.)

Almacenamiento por calor latente: Diversos compuestos químicos con un alto calor de fusión se pueden utilizar como sistemas de almacenamiento de energía térmica.

Las sales y tratadas son materiales empleados comúnmente en los SAET por su calor latente de fusión elevada (L- 30-60 Kcal/Kg, de 60,000 a 100,000 Kcal/m³).

El intervalo de temperaturas operación de las sales varía entre 20 y 80 °C. Algunas funden a temperaturas de 8 °C como **Li, Cl, O₃, H₂, O**; por tanto, se pueden usar procesos de enfriamiento. Las mezclas eutécticas presentan también buenas propiedades para su uso en el SAET, como **CaCl₂ – MgCl₂ – H²O** y acetamida – ácido esteárico.

Las características requeridas para materiales con cambios de base en aplicaciones Solares son:

- a) Calor latente de fusión elevada.
- b) Punto de fusión a una temperatura conveniente para los requerimientos del proceso.
- c) Mínima deterioración durante un gran número de ciclos.
- d) No toxicidad ni inflamabilidad.
- e) Bajo costo o y disponibilidad.

En la siguiente tabla se muestran las características y costos de algunas sales hidratantes que se emplean en los SAET.

MATERIAL	PARAFINAS	Na ₂ S ₂ O ₃ 5H ₂ O	Na ₂ HPO ₄ 12H ₂ O	CaCl ₂ 6G ₂
PUNTO DE FUSIÓN °C	8 -70	48	35	29
DENSIDAD Kg/m ³	2100	1700	1520	1680
CALOR ESPECÍFICO Kcal/Kg °C	0.50	0.35	0.37	0.35
CALOR LATENTE Kcal/ Kg.	36 – 48	48	53	40
CALOR LATENTE 103 Kcal/m ³	76 – 101	82	96	67
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA w/m °C	0.05 – 0.24	0.47	0.51	0.50
COSTO \$(USD)/Kg.	0.90	0.95	1.25	0.50

Tabla 14) **Tabla de las características de las sales hidratadas empleadas en los SAET.** (Héctor Ferreiro, 1991.)

El fluido caliente, generalmente aire, proviene del sistema de captación que circula a través del medio de almacenamiento (sales), de manera que se del calor necesario para llevar el compuesto la temperatura de transición, proporciona el calor latente requerido para el cambio de fase y

alcanza la temperatura final. La extracción de la energía almacenada se obtiene mediante el proceso inverso.

SISTEMAS ACTIVOS DE CLIMATIZACIÓN:

Calefacción solar activa: Un sistema activo de calefacción consta esencialmente de un banco de calentadores Solares, una unidad de almacenamiento de energía térmica y un sistema de control. Como fluidos de transferencia de calor más comunes se emplean el agua y el aire. En climas muy extremos, Aguascalientes se cuenta, además, con una fuente de calor convencional como sistema de apoyo.

La calefacción solar activa tiene mayor eficiencia térmica y una capacidad de operación más controlada e inmediata que la de un sistema pasivo. Por ello, su uso resulta atractivo para edificaciones que requieren una zona de bienestar ambiental más restringida o para viviendas construidas, en las cuales más posible adaptar sistemas pasivos.

En la siguiente figura mostramos un sistema de calefacción solar en el que se emplea aire como fluido. En este sistema la unidad almacenamiento térmico consiste en un lecho de piedras, a través del cual desciende el aire caliente que proviene del calentador solar y se dé su calor sensible durante el trayecto. Para extraer la energía calórica, el aire frío de la edificación asciende a través del lecho de piedras mediante la acción de un ventilador. El calentador auxiliar se coloca entre la unidad almacenamiento o y la carga térmica (casa, edificio, etc.).

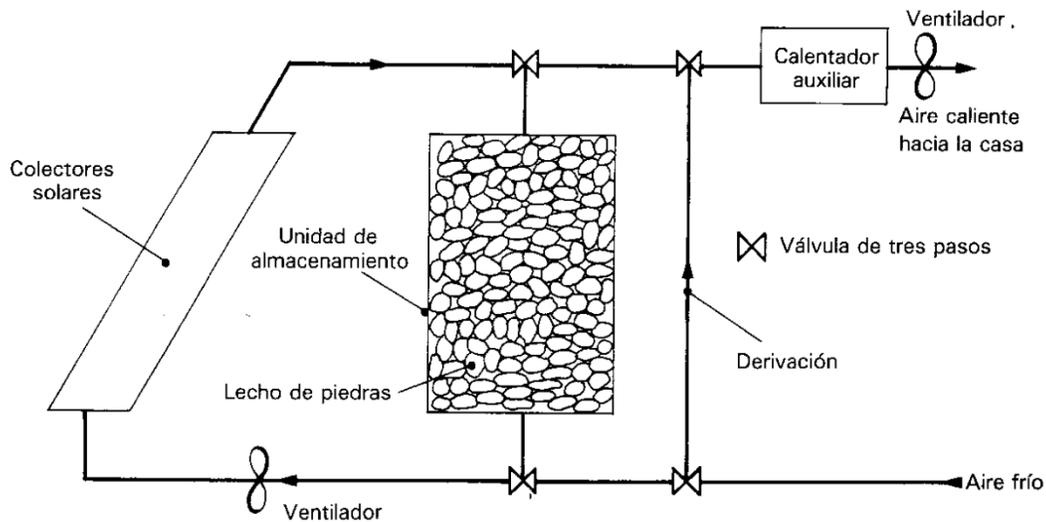


Figura 111) **Sistema de calefacción en el que se emplea aire como fluido de operación.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

La inyección del aire caliente se lleva a cabo mediante ductos y rejillas, estratégicamente ubicadas. En este sistema de calefacción no es factible operar de manera simultánea los mecanismos de adición y extracción de calor en el hecho de piedras.

El sistema activo de calefacción solar tiene 4 modos de operación:

- a) Energía solar disponible sin necesidad de calefacción en la edificación. En este caso, la energía útil se almacena en el hecho de piedras.
- b) Energía solar disponible con requerimiento o de calefacción en la edificación. La energía útil del calentador solar se usa directamente para satisfacer las necesidades de calefacción sin pasar por el hecho de piedras.
- c) Requerimiento de calefacción sin disponibilidad de energía solar. En esta situación, se extrae calor de la unidad de almacenamiento térmico.
- d) Requerimiento de calefacción sin disponibilidad de energía solar y sin almacenamiento de energía térmica. En este caso, se utiliza un equipo auxiliar.

El empleo de aire como fluido de transferencia de calor evita problemas de congelamiento y corrosión; sin embargo, el volumen y peso del material de almacenamiento térmico, así como el costo o de bombeo, son mayores que el de un sistema en el que se use agua.

En la siguiente figura se muestra un sistema activo de calefacción hidrónico, es decir, el fluido transmisor de calor es agua. En este sistema la unidad almacenamiento o consiste en un termo tanque que permite la adición y extracción de calor en forma simultánea mediante la acción de dos bombas.

Comunidades difusoras de calor en edificación se pueden emplear las siguientes:

- a) Zoclos.
- b) Serpientes de cobre integrados en el piso.
- c) Difusores de aire agua.

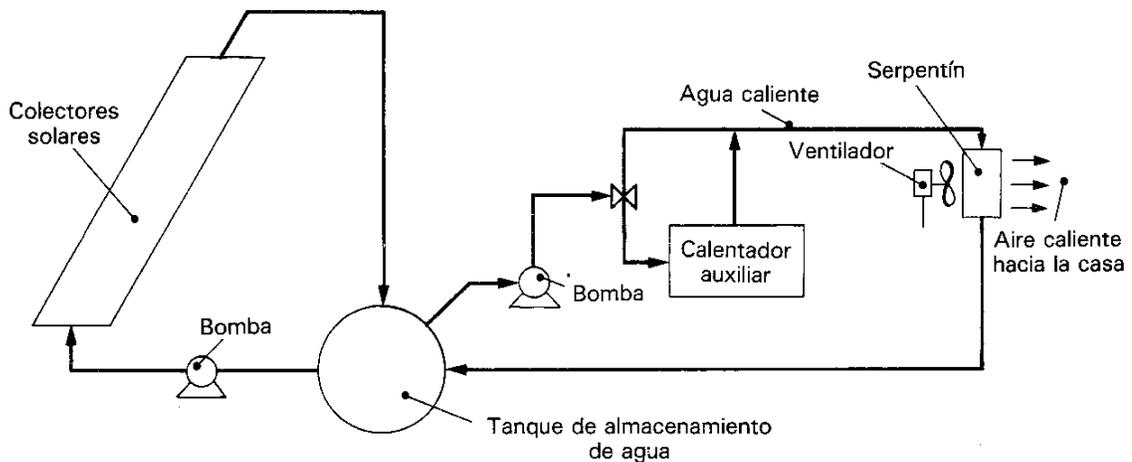


Figura 112) **Sistema de calefacción en el que se emplea agua como fluido de operación.** Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

La calefacción hidrónica requiere menores volúmenes y pesos del material de almacenamiento térmico que la calefacción de aire; además, presenta un menor consumo de electricidad para la circulación del agua.

Enfriamiento solar activo: El empleo del energía solar para producir y hielo y acondicionar activamente el aire es una idea muy atractiva, ya que existe una correlación directa entre la demanda de frío y la disponibilidad de energía solar. En zonas cálidas, los requerimientos de frigorías son muy importantes desde punto de vista de bienestar ambiental y responden a una necesidad, más que a un lujo.

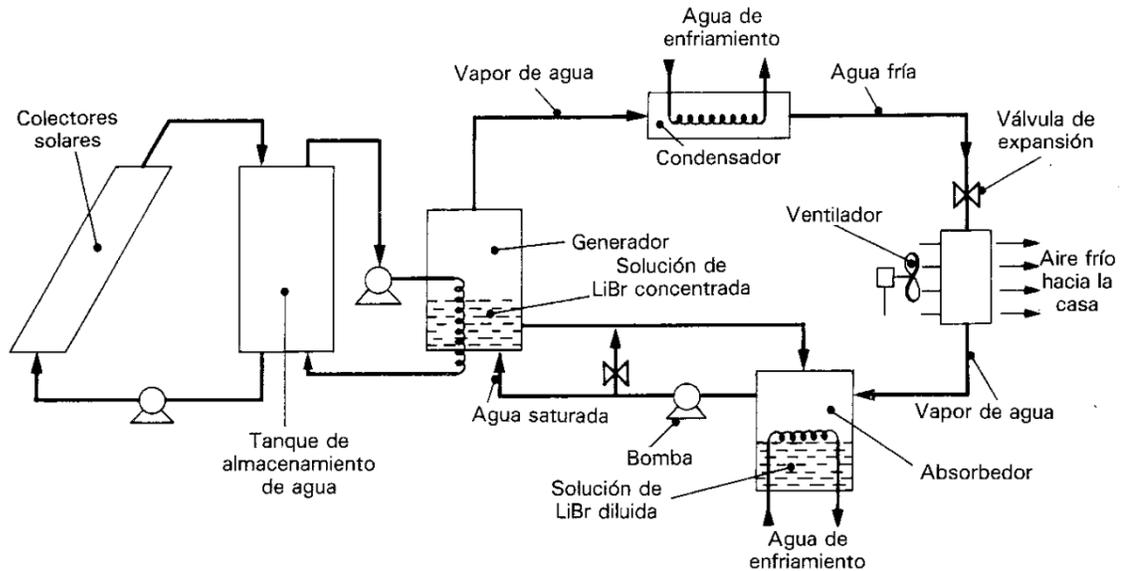


Figura 113) Sistema de refrigeración por absorción, en el que se emplea agua como fluido refrigerante y bromuro de litio (LiBr) como absorbente. Fuente: (Héctor Ferreiro, 1991.)

En los últimos años se han adaptado comercialmente sistemas Solares equipos de refrigeración por absorción, en los que se emplean soluciones de bromuro de litio – agua y amoníaco – agua. El sistema de refrigeración por absorción consta de 4 componentes principales: generador, condensador, evaporador y absorbedor.

En el proceso solar de acondicionamiento de aire, el refrigerante (agua) se separa del absorbente (LiBr) por medio de la adición de calor en el generador que proviene del sistema solar (calentador y termo tanque). El refrigerante es condensado por medio de agua de enfriamiento o y luego se evapora al absorber calor del ambiente, con lo cual se obtiene el enfriamiento deseado. El vapor de agua proveniente del evaporador es absorbido en la solución débil de LiBr, para finalmente cerrar el ciclo al pasar la solución concentrada al generador.

El sistema LiBr-agua opera a temperaturas de generación de 75 a 100 °C, las cuales se obtienen mediante calentadores Solares planos con superficie selectiva. En el caso de amoníaco – agua, se requiere un mayor rango de temperaturas que van de los 110 a los 150 °C, por lo cual se deben emplear tubos evacuados o Concentradores.

El aire frío producido en el evaporador se disipa mediante difusores (**Fan-coil**), que consisten en un intercambiador de calor tipo aire-agua y un ventilador que difunde el aire frío a la edificación. (Ver el diagrama de flujo de un sistema de refrigeración por la absorción).

CAPITULO 7.

ARQUITECTURA Y ENERGIA.

CONTROL TERMICO EN EDIFICACIONES:

Para entender la relación que hay entre la arquitectura y la energía, hablar ecológicamente primero creemos de establecer la relación entre ambiente y arquitectura. Así, por ambientes entiende todo aquello que nos rodea, es decir, todos aquellos factores naturales, y bióticos y abióticos, factores artificiales y sociales que tienen lugar en un espacio y tiempo determinado.

Dentro de este término tan amplio, de arquitectura intervienen todas las direcciones donde se encuentre establecido un ser humano; sin embargo hay que particularizar la acción del arquitectura entre los factores naturales del ambiente.

Sí se define al ecosistema como las relaciones e interrelaciones de todos los seres vivos con el ambiente, se entenderá que el hombre es importante modificador de este medio; desafortunadamente, en la mayoría de los casos, esta modificación es negativa, lo cual desequilibra al ecosistema natural en su totalidad.

Precisamente ante la preocupación, surge el ecodiseño, la arquitectura sustentable, la bioclimática, la ecoarquitectura, etc. Como las disciplinas creadoras de espacios u objetos que tienen armonizar la presencia del hombre con su medio ambiente, y tratan de conciliar las necesidades humanas con los sistemas energéticos naturales, al mantener o restablecer el equilibrio vital del sistema en particular y de la biosfera en General.

Te lo anterior se refiere que la arquitectura ambiental, específicamente la bioclimática, tiene la función de crear espacios que cumplen con la finalidad funcional y expresiva, concebidos y basados ecológicamente en los objetivos siguientes:

- a) Crear espacios física y psicológicamente controlables, proporcionar el óptimo desarrollo de las actividades humanas.
- b) Hacer un uso eficaz de energía (en su aceptación más amplia), teniendo la autosuficiencia energética de las edificaciones.
- c) Preservar y mejorar el ambiente.

En resumen, se debe integrar al hombre a su ambiente natural por medio de la arquitectura (sin olvidar, desde luego, los conceptos socioeconómicos, fundamentales y estéticos tradicionalmente considerados por esta).

Uno de los puntos más importantes en el diseño Bioclimático es el manejo adecuado de la energía solar, de los materiales constructivos y de sistemas constructivos como elementos básicos de climatización natural. De hecho, la experiencia en este campo es muy vasta, pues desde hace mucho tiempo civilizaciones antiguas utilizan la geometría solar y las propiedades termo físicas de los materiales constructivos, a fin de lograr condiciones ambientales adecuadas en sus habitaciones. En la actualidad, la arquitectura vernácula conserva, como testimonio, los conocimientos legados de generación en generación, muchas veces y intuitivos, de la manera correcta de construir.

Por lo contrario, la arquitectura contemporánea parece olvidar su relación con el ambiente natural y sacrifique el bienestar de los usuarios a cambio de una expresión formal mal entendida que obedece a modas transitorias, importadas de racionalmente de un medio distinto de aquél donde se halla el sitio del proyecto. Incluso en muchas regiones, la transculturización ha deformado los conceptos constructivos tradicionales a tal grado que sistemas y materiales regionales son abandonados y sustituidos por otros, industrializados e importados, que ofrecen un mayor status aparente, pero que en realidad desintegran a la vivienda de su medio natural.

Ejemplos de lo anterior se ven cotidianamente en viviendas rurales que sustituyan el techo de Palma por láminas de cartón asfáltico o de asbesto-cemento. Esto no quiere decir que toda la arquitectura indígena o vernácula sea buena y responda de modo favorable al medio circundante, ni que se deba construir como antes, sino simplemente que se deben retomar las experiencias positivas de las generaciones pasadas y hacer una arquitectura moderna racional, pensada en el hombre que la ha de habitar y en su ambiente.

PRINCIPIOS GENERALES:

El flujo de energía en una estructura o un espacio se basa en los principios de la termodinámica. La primera ley establece que la energía se transforma, no se crea ni se destruye, mientras que la segunda dice que la energía calorífica siempre viaja de un cuerpo con mayor temperatura otro con menor temperatura.

La transferencia directa de calor se puede dar a través de los tres mecanismos de transferencia de calor, como son la conducción, la convección y la radiación.

Conducción: La conducción es la transferencia de calor por actividad molecular que ocurre básicamente entre la materia sólida. Cuando las primeras moléculas se calientan, su energía se transfiere a las moléculas adyacentes.

Cuando se aplica calor en un punto de una barra metálica, aumenta la actividad molecular y la temperatura en el lugar de la aplicación del calor. Este aumento de actividad es transferido a las moléculas adyacentes, de forma que la temperatura sube progresivamente a lo largo de la barra. Algunos materiales (como el cobre) son buenos conductores de calor, mientras que otros (como la madera) son malos conductores de calor.

El grado con el cual se trasmite calor a través de un material depende de la diferencia de temperaturas entre la fuente de calor y el material que es calentado, o entre uno y otro punto de un mismo material, de la conductividad térmica de éste, de su espesor y del área expuesta.

Cuando otro objeto o expuesto en contacto físico con un material caliente, el calor se transfiere directamente al objeto por conducción, mientras que el flujo de calor se detiene cuando ambos objetos alcancen la misma temperatura interna¹¹.

¹¹ Como cada sustancia tiene diferente estructura molecular, la misma cantidad de calor aplicada a masas iguales de materiales distintos causada que una obtenga mayor activación molecular que la otra; en otras palabras, todas ellas tienen distinta capacidad calorífica.

Descripción	Densidad Kg/m ²	Conductividad K (W/m °C)
1) materiales aislantes		
Asbesto pulverizado	130	0.046
Corcho en placas	145	0.042
Fibra de vidrio	80	0.035
Fibra de madera	600	0.110
Hule espuma	20	0.036
Lana mineral (placa rígida)	180	0.042
Perlita	65	0.042
Poliestireno en placa	15	0.037
Poliestireno en espuma	30	0.026
Poliestireno en placa rígida	30	0.020
Vermiculita	100	0.065
2) Materiales para construcción		
Asbesto cemento en placa	1360	0.250
Asfalto	1600	0.430
Concreto	2300	1.800
Mortero cemento arena	2000	0.630
Mortero con vermiculita	500	0.180
Mortero con arcilla expandida	750	0.250
Tabique	2200	1.300
Tabique	1800	0.960
Tabique	1500	0.650
Tablarroca (yeso cartón)	950	0.160
Vermiculita aplanado	640	0.200
Yeso aplanado	1280	0.460
Encalado	1800	0.810
Cartón asfáltico	1100	0.140
Linóleo	1200	0.190
Cloruro de polivinilo expandido	25	0.040
Plexiglás	1200	0.200
Vidrio sencillo	2200	0.930
Vidrio sencillo	2700	1.160
3) Metales		
Acero	7830	58.000
Acero inoxidable	7800	46.500
Aluminio	2675	220.000
Bronce	1000	64.000
Cobre	8938	350.000
Hierro galvanizado	1500	46.500
Plata		407.000
Plomo		34.000
Zinc	6860	110.000
4) Piedras		

Arenisca	2000	1.300
Caliza	2180	1.400
Granito	2600	2.500
Mármol	2500	2.000
Pizarra	2700	2.000
5) Madera		
Madera blanda	610	0.130
Madera dura	700	0.150
Triplay	530	0.140
Viruta pesada	400	0.160
6) Otros		
Aire en reposo a 10° C	1.25	0.026
Agua	1000	0.580

Tabla 15) **Tabla de características termofísicas de algunos materiales (coeficientes de conductividad K).** (Héctor Ferreiro, 1991.)

SUPERFICIE	α SOLAR	ϵ a 50 °C
LADRILLO		
Vidriado blanco	0.25	0.95
Colores claros	0.40	0.90
Colores oscuros	0.80	0.90
TECHUMBRES		
Asfáltica	0.90	0.96
Teja roja	0.65	0.85
Teja blanca	0.40	0.60
Aluminio	0.20	0.11
PINTURA		
Blanco	0.30	0.95
Negro mate	0.96	0.96
SUPERFICIES (SUCIAS) DE EDIFICIOS		
Clara	0.50	0.60
Media	0.80	0.85
Oscura	0.90	0.95
REFLECTANCIA DE ALGUNOS COLORES		
Yeso con pintura blanca	0.85	
Amarillo claro	0.75	
Amarillo ocre	0.50	
Café	0.30	
Azul cobalto	0.15	
Verde cromo	0.15	
Rojo	0.09	
Verde hierba	0.01	

Tabla 16) *Tabla de absorción y emisividades de algunos materiales.* (Héctor Ferreiro, 1991.)

MAGNITUD	SIMBOLO	EQUIVALENCIA
Longitud	M (metro)	1 yarda = 0.915 1 milla = 1.609 Km.
Masa	Kg (Kilogramo)	1 Klb = 450 Kg 1 libra = 0.454 Kg
Tiempo	S (segundos)	
Temperatura	°K (grado Kelvin)	N °C = N + 273.15 K N °F = 5/9 (N - 32) °C
Área	m ² (metro cuadrado)	1 ft ² = 0.093 m ² 1 milla ² = 2.59 Km ²
Volumen	m ³ (metro cubico)	1 ft ³ = 0.028 m ³
Densidad	Kg/m ³	1 lb/ft ³ = 16.019 Kgm ³
Densidad superficial	Kg/m ²	1 lb/ft ² = 16.019 Kgm ²
Velocidad	m/s	1 ft/s = 0.305 m/s
Aceleración	m/s ²	1 ft/s ² = 0.305 m/s ²

Fuerza	N (newton) Kg/s^2	2 lbf = 4.448 N
Trabajo, energía	J (julio) N m	1 Wh = 3600 J 1 Kcal = 4.187 J 1 BTU = 1055.06 J
Potencia	W (wat) J/s	1 Kcal/h = 1.163 W 1 BTU/h = 0.293 W
Flujo energético	W/m^2	1 Kcal/h = 1.163 W/m^2 1 BTU/h = 3.155 W/m^2
Densidad del flujo (intensidad)	N/m^2	1 m bar = 100 N/m^2
Presión Capacidad térmica	$\text{J/}^\circ\text{C}$	1 BTU $^\circ\text{F}$ = 1899 $\text{J/}^\circ\text{C}$ 1 BTU/16 $^\circ\text{F}$ = 4.187 $\text{J/Kg }^\circ\text{C}$
Calor específico	$\text{J/Kg }^\circ\text{C}$ $\text{J/m}^3\text{ }^\circ\text{C}$	1 Kcal/Kg $^\circ\text{C}$ = 4.187 $\text{KJ/Kg }^\circ\text{C}$ 1 Kcal/ $\text{m}^3\text{ }^\circ\text{C}$ = 4.187 $\text{KJ/ m}^3\text{ }^\circ\text{C}$
Conductividad térmica	$\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$	1 BTU/ $\text{ft}^2\text{h }^\circ\text{F}$ = 0.144 $\text{W/m }^\circ\text{C}$ 1 Kcl/mh $^\circ\text{C}$ = 1.163 $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
Transmitancia térmica	$\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$	1 BTU/ $\text{ft}^2\text{h }^\circ\text{F}$ = 5.678 $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ 1 Kcl/ $\text{m}^2\text{h }^\circ\text{C}$ = 1.163 $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
Calor latente	J/Kg	1 Kcal/Kg = 4187 J/Kg 1 BTU/lb = 2326 J/Kg

Tabla 17) **Tabla de equivalencias del Sistema Internacional de Unidades (solo las más utilizadas).**
(Héctor Ferreiro, 1991.)

CAPITULO 8.

APLICACIONES DE ESTE TRABAJO:

Una vez establecido los conceptos desarrollados en todo este compendio se vera procedimiento o básico para generar soluciones de diseño arquitectónico basado en un Diseño Arquitectónico Bioclimático el cual a continuación llamaremos DAB por sus siglas, en segundo lugar se expresarán gráficamente las aplicaciones del procedimiento.

El procedimiento puede alcanzar distintos niveles de precisión, de acuerdo con la complejidad del método de cálculo utilizado. Por ello, es conveniente efectuar una primera aproximación con un método sencillo, de modo que se obtenga soluciones parciales iniciales y que nos den una idea del problema. Con otras aproximaciones podremos conseguir resultados secuenciales que darán a soluciones más exactas.

El procedimiento que a continuación se presentará en zona primera aproximación debido al corto tiempo, el procedimiento consiste básicamente en identificar los efectos del clima local, que actúan en 12 orientaciones de muro vertical de 1.00 m² de ladrillo rojo, por medio de un balance térmico (BT) en el cual se supone que el flujo de calor por conducción y convección es constante y en un sentido para las temperaturas interior $t_i=22$ °C y exterior fija, de modo que se omiten efectos por acumulación de calor y porra de acción no solar. De esta manera se detectaran las fachadas menos afectadas por el clima, cuyo primer resultado es la orientación óptima. Sí se aplican los criterios de DAB guió método de cálculo de BT más preciso, que incluye el dimensiones del edificio y varios materiales, se obtendrá una segunda aproximación más exacta.

PROCEDIMIENTO PARA UNA PRIMERA APROXIMACIÓN.

GENERACIÓN DE CARTILLAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO BIOCLIMÁTICO (DAB):

El DAB está sustentado en el dominio de tres temas: la bioclimatología, transferencia de calor y comodidad bioclimática. El procedimiento básico para obtener el DAB consta de 3 partes:

- a) Recopilación de datos.
- b) Procesamiento de datos.
- c) Análisis de resultados.

Los criterios y recomendaciones de DAB. A continuación se describirán cada una de ellas, a efecto de guiar el procedimiento de DAB en la lectura e intercepción y las cartillas anexas.

Recopilación de datos: Como hemos mencionado para la obtención de mayor precisión se requiere de una complejidad de cálculo más detallada, lo cual implica mayor número de variables, que se traduce en obtener un número de datos lo más grande posible.

Entre los datos más útiles para el DAB se encuentra los meteorológicos, los climatológicos y los topográficos, y deberán con responder al lugar donde se desee construir. Los datos más usuales son: latitud, longitud, altitud, montea solar, temperaturas del ambiente, humedad del aire, velocidad y frecuencia de los vientos, precipitación y nubosidad, respecto de los cuales cabe hacer notar sus variaciones en el tiempo (en el nivel tanto mensual como horario).

Se deben considerar también los datos geográficos de la zona: topografía, grado de urbanización y proximidad a áreas verdes, con el fin de definir el mesoclima del predio.

A los datos anteriores se deben agregar los referentes a las propiedades mecánicas, térmicas y ópticas de los materiales, los requerimientos de uso de la construcción, las restricciones constructivas, los recursos disponibles (tiempo, dinero, etc.), la tipología arquitectónica del entorno, la psicología del usuario, y sus hábitos y necesidades, entre otros, con el fin de completar el procedimiento de diseño arquitectónico.

Procesamiento de datos: Una vez recopilados los datos básicos, se procederá a aplicarlos a métodos de cálculo y aplicación para obtener resultados. Al analizar e interpretar estos resultados y gráficas, se podrán hacer sugerencias de diseño Bioclimático.

El procesamiento de datos para el DAB implica 3 etapas. La primera consiste en caracterizar el tipo de clima de la que localidad en estudio e identificar las particularidades de las estaciones del año: época más húmeda, seca, fría o caliente, en la que se tengan en cuenta las condiciones climáticas concretas del predio (mesoclima), de manera que se ubiquen lo más realmente posible las diversas características, como recursos y requerimientos climáticos del sitio. Todo ello deberá basarse en las normas climatológicas de la CONAGUA.

En seguida se deduce la relación del clima con respecto a la sensación de comodidad, para lo cual se deben utilizar un diagrama de bienestar Bioclimático. En el caso de las cartillas se graficarán las temperaturas tanto extremas como medias mensuales.

Por último se calcula el balance térmico por medio de las relaciones analíticas de transferencia de calor, con lo cual se deducen las posibles ganancias o pérdidas de energía calorífica que tendrán tanto los elementos constructivos como el interior de la edificación; después se grafica la frecuencia de los vientos dominantes en una rosa de los vientos, y en seguida se calcula la incidencia de radiación solar directa sobre la envolvente de la construcción, teniendo en cuenta las obstrucciones que sufre esta por diversos elementos verticales, como edificios, montañas, etc.

Una vez calculada la radiación solar que incide en cada fachada, se grafica en un cardioide¹² de irradiación solar, el cual permite visualizar el calor del sol en superficies verticales orientadas. Con la irradiación obtenida por fachada, se calcula su flujo por conducción y convección a través de 1m² de ladrillo rojo con un espesor de 0.15 m. Y una conductividad térmica de $K=0.66 \text{ w/m } ^\circ\text{C}$. Con esto se obtiene una estimación cuantitativa y se grafica los 12 datos obtenidos respecto al resultado de cálculo de BT, en referencia a una temperatura interior de aproximadamente 22 °C, considerada como la temperatura ideal. Durante el proceso del cálculo y aplicación, se debe ser muy cuidadoso con el manejo de unidades y escalas, para lo cual se sugiere uniformar a un solo sistema de unidades, como el sistema internacional de unidades. Así se facilitará la lectura e interpretación de gráficas y resultados.

¹² Se llama **cardioide** a la curva cuya ecuación polar es: $\rho=a (1+\cos \vartheta)$, por su semejanza con el dibujo de un corazón. La cardioide es una curva ruleta del tipo epicicloide, con $k=1$; pero también es un caracol de Pascal, cuando $2a=h$

Una vez efectuado los cálculos y gráficas descritos, se procederá a analizar los para obtener los criterios y conclusiones que permitan contemplar el DAB.

Análisis, criterios y conclusiones: En esta tercera etapa se analizan los datos recopilados, los resultados de cálculo y las gráficas obtenidas, enseguida se sintetizan e integran los datos básicos agrupados en requerimientos o recursos, y por último se listan y aplican las recomendaciones del DAB apropiado a la situación por estudiar.

De las gráficas utilizadas en las cartillas la obrótérmica permite deducir datos diversos, como la duración y magnitud en la localidad. En la gráfica de bienestar bioclimática se puede identificar, como se vio anteriormente los requerimientos de adecuación tanto individual como arquitectónica.

La gráfica de la montea solar muestra claramente la localización del sol (altura α y azimut γ) en cualquier día y época del año.

La gráfica de la rosa de los vientos indica la frecuencia e intensidad de los vientos dominantes de la localidad y el porcentaje anual de calma, y se deben incluir, de contar con ellos, los datos de las épocas o meses en que se presentan. Los vientos se pueden aprovechar para ventilar o deben interrumpirse si no se requiere ventilar, lo cual se define en función de los parámetros de bienestar.

En la gráfica de la irradiación solar se identifica la cantidad de energía calorífica neta incidente sobre la fachada de interés (en langleys/día). En función de los parámetros de bienestar, se regulara a directa en el interior de la edificación.

Uno de los objetivos de una edificación es separar los espacios internos de los externos a fin de crear o mantener condiciones de comodidad para el usuario. Cuando las condiciones climáticas provocan incomodidad en el interior, se aplica sistemas de adecuación ambiental que pueden ser de tipo pasivo o activo como ya se ha visto con anterioridad. Cabe recordar que ambos requieren el apoyo de la ingeniería mecánica, termodinámica, energética, civil y ambiental, entre otras por su correcto dimensionamiento y así garantizar su desempeño. A continuación se enlistan los principales criterios para el DAB.

- a) Orientación que se deduce con la primera aproximación de BT.
- b) Forma, proporciones de longitud y ancho de la planta con base al cálculo de BT por fachada.
- c) Distribuciones, las cuales se obtienen al analizar el posible comportamiento de las condiciones del mesoclima en un conjunto y dimensiones de edificaciones, así como de la distribución de los diversos espacios interiores y exteriores dentro de una edificación.
- d) Sistemas de regulación pasiva.
- e) Selección de materiales, en base en el flujo de energía calorífica que se pretenda en la construcción. La selección de materiales depende de sus propiedades térmicas, como la conductividad (K), relacionada con la resistencia al flujo de calor y la capacidad calórica (Cp), vinculada con la facultad de acumular el calor, también depende de sus propiedades ópticas, muy importantes en el BT, como: absortividad, reflectividad, emisividad, y

Transmisividad, todas ellas asociadas con las propiedades de las superficies y su transferencia u opacidad a la radiación visible e infrarroja.

Otras propiedades importantes que se deben considerar son: el aislamiento o al humedad y al ruido, la resistencia mecánica y los acabados, entre otras.



MAPA DE LAS REGIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

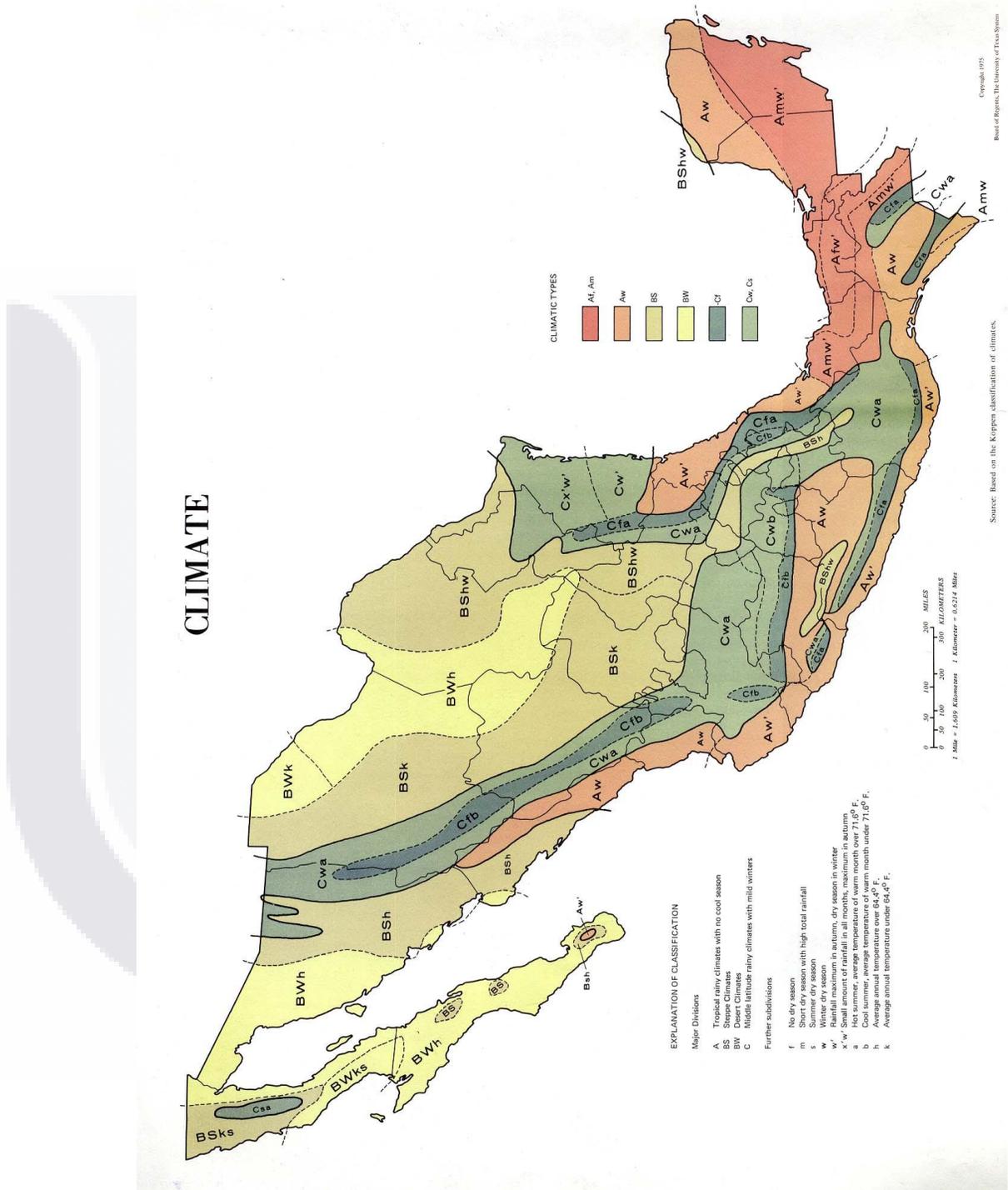


Figura 114) Mapa de las Regiones climáticas de la República Mexicana. Fuente: (Mapa Mundi)

CONCLUSIONES FINALES:

Este trabajo, explica de alguna manera sencilla una forma de hacer arquitectura amigable con el medio que nos rodea, retomando por un lado la arquitectura vernácula y por otro lado tomando como base los elementos más importantes, los cuales son de alguna manera, el hombre mismo, su hábitat, el medio que le rodea y la energía.

Estos elementos en conjunto, bien armonizados y sobretodo estudiados y entendidos, como en un todo, por el mismo hombre, deberán ser capaces de salvaguardar al ser humano de una manera eficaz y amigable con el medio.

Hemos visto lo que es el bienestar humano empieza con su confort térmico, los elementos con los que cuenta el hombre para la adaptación rápida al medio ambiente, como influye la vegetación en los climas y como nos podemos valer de ella para modificar a éste a nuestro deseo y confort, se ha explicado la importantísima función que tiene el Sol en la vida de nuestro planeta, entendiendo la trayectoria de nuestro planeta alrededor del Sol y las maneras más sencillas de verlo y estudiarlo.

Entendiendo todos estos conceptos y otros mas, se establecerán las bases para el estudio de los sistemas pasivos de enfriamiento y calentamiento, según lo que deseemos, y como hacer una arquitectura aplicada al sol para beneficiarnos con su energía, aprovechando de alguna manera el control térmico y sus principios más sencillos, aplicados a la construcción, así mismo se mencionaron de manera sencilla el alcance que tienen los programas de computo más populares para poder hacer una arquitectura bioclimática adecuada y de alguna manera controlada.

Todo este trabajo de compilación de información deberá de servir para dar un apoyo a todas aquellas personas que deseen hacer investigación al respecto y además dar las bases al desarrollo de una arquitectura bioclimática en la región de Aguascalientes.

GLOSARIO DE TERMINOS:

- **Absorción:** Forma parte de la energía recibida por una sustancia, la cual permite que esta eleve su temperatura al incrementar la aportación de su propia energía interna.
- **Adaptación al clima:** El cuerpo humano alcanza el estado de equilibrio en diversas relaciones de temperatura y humedad, con limitantes diferentes, los cuales se logran gracias a los cambios fisiológicos que sufre el cuerpo por el medio¹³. Dicha adaptación se logra por la permanencia, la modificación del hábitat, la actividad, la edad, el sexo, la raza, la dieta, el vestido, etc. Los límites que se logran por adaptación permiten al sistema termorregulador estabilizar la temperatura del cuerpo con un mínimo de esfuerzo en condiciones diversas, las cuales se definen de acuerdo con el tipo de clima.
- **Alero:** Saliente que se coloca sobre las ventanas y que sirve para proteger del soleamiento excesivo y de la lluvia.
- **Altitud:** Altura en un punto en la superficie de la tierra, sobre el nivel medio del mar.
- **Amortización:** En construcción, término con el que se define el auto pago de alguna obra, en razón de los ahorros o ganancias generados por ella durante su implementación o funcionamiento,
- **Año Tipo:** Se define como el año de registros climatológicos de una localidad, el cual resulte significativo de un periodo que abarque por lo menos 10 años. Para determinarlo, se selecciona el año de registros que más se acerque en sus valores anuales al promedio aritmético de los valores de década de los parámetros de temperatura media anual y frecuencia de viento dominante.
- **Arquitectura bioclimática:** Aquella que considera como parámetros esenciales de diseño, las condiciones climáticas y biorregionales.
- **Arquitectura vernácula:** La hecha de manera tradicional por los pueblos y que es transmitida de generación en generación. Busca condiciones de bienestar mediante la adaptación a las condiciones climáticas y biorregionales. Desde el punto de vista ecológico, se considera una arquitectura sabia.
- **Asoleamiento:** En Arquitectura se habla de asoleamiento o soleamiento cuando se trate de la necesidad de permitir el ingreso del sol en ambientes interiores o espacios exteriores donde se busque alcanzar el confort higrotérmico o termohigrométrico.
- **Balance térmico:** Es el medio a través del cual nos permite detectar errores de diseño y encontrar el diagnóstico térmico justo que luego se aplicará en la construcción de la casa arquitectónica.
- **Bienestar térmico humano:** El objetivo del bienestar térmico humano es conocer las condiciones ambientales y así proporcionarlo mediante el adecuado diseño del espacio arquitectónico.
- **Día promedio mensual:** Resulta de la media aritmética de cada una de las 24 horas de los registros de un mes, para los diversos parámetros de una localidad.
- **Calefacción:** (del lat. *calefactio*, *-onis*). Son sistemas destinados a climatizar agregando calor en invierno, los ambientes interiores de los edificios, casas, locales comerciales, etc.
- **Clima:** Se define como la combinación particular de elementos (por ejemplo, radiación solar, temperatura del aire y del suelo, precipitación, evapotranspiración, humedad del suelo, viento, etc.) Que dan individualidad a una región geográfica.

¹³ Metabolismo: cambios fisiológicos entre el organismo tipo y el medio.

- **Climatización;** La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados. La climatización puede ser natural o artificial.
- **Climatología:** Es el estudio y estadística de los climas, de su distribución geográfica y de sus tipos principales y secundarios existen diversas clasificaciones climáticas. La más difundida de ellas es la del alemán Wladimir Köppen (1918)
- **Conducción:** Forma de transmisión del calor que ocurre sólo si existe contacto físico directo entre dos cuerpos. Se da entre sólidos y entre un sólido y un fluido.
- **Confort:** El **confort** (galicismo de *confort*) es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación agradable o desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer. La mejor sensación global durante la actividad es la de no sentir nada, indiferencia frente al ambiente. Esa situación es el confort. Al fin y al cabo, para realizar una actividad el ser humano debe ignorar el ambiente, debe tener confort
- **Convección:** Forma de transmisión de calor que ocurre entre fluidos por diferencias de temperatura entre ambos. Movimiento de un fluido por diferencias de temperatura; ocurre en el movimiento vertical del aire.
- **Datos climatológicos:** la información básica se obtiene de los registros climatológicos horarios de cada localidad durante los 12 meses del año tipo¹⁴, considerando los parámetros siguientes:
 - Temperatura del termómetro del bulbo seco.
 - Humedad relativa en porcentaje.
 - Lluvia (medida con el pluviógrafo).
 - Nubosidad (en décimas de cielo cubierto).
 - Viento dominante (m/s).
 - Asoleamiento.
 - Radiación solar¹⁵.
- **Decibel:** Unidad que sirve en Acústica para definir una escala de intensidad sonora. También llamada decibelio.
- **Diagrama Bioclimático:** El uso de este diagrama de Olgay, permite localizar los puntos referentes a los valores simultáneos de temperatura de bulbo seco y humedad relativa de cada hora en cada día promedio de cada mes (obtenidos de las Tablas Horarias Anuales de Temperatura de Bulbo Seco y Humedad Relativa), en relación a una zona de bienestar termohigrométrico.
- **Diagrama psicrométrico:** Sobre el diagrama psicrométrico de Barouch Givoni, al verter los mismos datos de Temperatura y Humedad anotados anteriormente para el diagrama bioclimático (día promedio mensual), es posible determinar una serie de estrategias que se deben considerar para lograr que la edificación mantenga las condiciones "interiores" de bienestar para el hombre. La delimitación de aéreas determina 5 zonas de influencia

¹⁴ El año tipo es el año de registros que resulte significativo en un periodo de 10 años y se puede determinar mediante los datos en registros promedio mensuales.

¹⁵ Los datos de radiación solar no se manejan de forma horaria y son de tipo estacional, por lo que su empleo es limitado. Estos datos se obtienen de mapas elaborados por instituciones como el instituto de investigaciones de materiales de la UNAM (radiación solar global en la república mexicana mediante datos de insolación), de publicaciones como (atlas del agua) o de cálculos teóricos relacionados con el tema.

para responder a la climatología del lugar: Confort, Masa Térmica, Ventilado, Climatización y Calefacción.

- **Difusión:** Es una retransmisión de energía por partículas de la capa atmosférica en cualquier otra dirección, sin modificar la longitud de la onda de la radiación incidente. Esta tiene lugar por la acción de las moléculas de aire, de vapor de agua y de polvo.
- **Ecoarquitectura:** Aquella arquitectura que logra la integración armoniosa, equilibrada y limpia de todos sus elementos con su entorno natural. Que no lo daña e incluso le aporta elementos que pueden mejorarlo, en una simbiosis ser humano- naturaleza. Tiene como una de sus bases a la arquitectura vernácula.
- **Ecotécnica:** En arquitectura, equipo, técnica o elemento constructivo que no contamina, destruye, ni daña al ambiente; o que lo hace al mínimo posible, desde su generación y operación, hasta su desintegración.
- **Emisión:** Consiste en la remisión de la energía de onda larga (infrarroja) hacia el espacio exterior.
- **Evaporación:** Esta es la transferencia de calor del cuerpo humano hacia el aire ambiental; depende de la cantidad de agua que se expulsa por la respiración y la transpiración, que continua, aun cuando la temperatura del aire y la temperatura media radiante son superiores a la temperatura del cuerpo.
- **Factores geobiológicos:** Todos aquellos elementos y campos magnéticos y electromagnéticos, radiaciones y emisiones naturales o artificiales que se encuentran en la atmósfera, superficie y subsuelo terrestres y que afectan electro magnéticamente a los seres vivos, generando en ellos alteraciones fisiológicas.
- **Geobiología.** Disciplina que estudia la relación entre las energías procedentes de la Tierra (*gea, erra*) y los seres vivos (*bios, vida*) que la habitan.
- **Geometría solar:** Habrá que conocer las trayectorias solares en su movimiento o aparente en la bóveda celeste, representadas en un plano de proyección geométrica, a fin de controlar el a soleamiento de los diversos parámetros que constituyen una edificación.
- **Hábitat:** En Arquitectura y Ecología Humana, es el espacio en que habitan seres humanos.
- **Histórico:** Del prefijo *holo-*, totalidad. Corriente del conocimiento que se basa en la integración armónica de concepciones y saberes.
- **Humedad del aire:** El aire contiene siempre cierta cantidad de vapor de agua; a su vez, humedad relativa indica en porcentaje la cantidad de vapor de agua que posee un volumen de aire en determinado momento, en relación con la cantidad total de vapor de agua para la saturación.
- **Latitud.** Distancia angular que existe desde un punto cualquiera de la superficie terrestre a la línea del Ecuador.
- **Longitud.** Distancia angular que existe desde un punto cualquiera de la superficie terrestre al primer meridiano (de Greenwich).
- **Macroclima:** Son los fenómenos que integran las características climáticas de grandes extensiones de superficie terrestre y que no se relacionan necesariamente con la experiencia humana de forma directa y, por ende, difícilmente son transformados por el ser humano, se estudian en clasificaciones generales en las que se divide al planeta en tipos climáticos o categorías, según los regímenes de temperatura, de humedad o su posición en el globo terrestre.

- **Masa térmica:** La **masa térmica** es el valor de la capacidad potencial de almacenamiento de calor en un conjunto o sistema. Los muros de agua, pisos de concreto y muros de adobe o tabique, son ejemplos de **masa térmica**.
- **Media aritmética** es igual a la suma de valores entre el número de valores.
- **Mesoclima.** Conjunto de condiciones climáticas que se presentan de manera regional. Las cartas climáticas dan siempre información mesoclimática.
- **Mesoclima de barreras orográficas:** Se caracteriza la modificación de los regímenes de lluvia y temperatura de la región macroclimática, debido a la ascendencia y consecuente enfriamiento de las corrientes de viento al chocar en la barrera orográfica. De tal modo, se forma una condensación de nubes bajas o niebla y, por el lado opuesto a la dirección del viento, un mesoclima de temperaturas mayores y aire seco.
- **Mesoclima de costa:** En las costas, debido al desigual calentamiento de las superficies de agua y tierra, es notable la incidencia de los vientos del mar a costa y de costa a mar, mientras que en las horas de la tarde se producirá un movimiento ascendente del aire que genera la brisa marina. Por la noche, la situación se invierte.
- **Mesoclima de valle:** Debido al calentamiento de las laderas montañosas del valle por efecto de la radiación solar, el aire se calienta y eleva de tal modo que produce vientos en el valle. De noche, el aire se enfría y al adquirir mayor densidad desciende al valle. El aire fresco puede ser aprovechado por el diseñador para bajar las temperaturas de las edificaciones o inclusive de poblaciones enteras si es encausado adecuadamente.
- **Mesoclima urbano:** El resultado de la transformación del suelo en las urbes tiene como consecuencias en los regímenes térmicos y de contenidos de vapor de agua en el aire (porcentaje de humedad) de las regiones mesoclimáticas en las que se asientan. Los materiales de la ciudad generalmente poseen mayor capacidad de retención de calor que los de la naturaleza; esto da como consecuencia que en la ciudad se genere una importante cantidad de calor y contaminantes, lo cual produce una elevación constante de la temperatura media. En este contexto es fácil que se produzcan "islas de calor", las cuales generan movimientos convectivos de aire contaminado ascendente que difunde ese calor y aire contaminante en el resto de la ciudad.
- **Meteorología:** Se encarga del estudio cotidiano de los fenómenos atmosféricos según sus causas físicas, con el fin principal de predecir el tiempo, el cual se define como las condiciones específicas o estado de la atmósfera en un lugar o momento determinados.
- **Microclima.** Conjunto de condiciones climáticas que se presentan de manera puntual, en un sitio en particular.
- **Nubosidad:** La existencia de nubes espesas tiene efecto en la radiación solar incidente, al anular la componente directa, que es la más intensa; sin embargo, se debe observar que la nubosidad en décimas de cielo cubierto o en la condición del cielo no es determinante de la cantidad de insolación o radiación, debido a la intermitencia con que se presenta, excepto del cielo totalmente cubierto o el totalmente despejado.
- **Partesoles.** Elementos verticales ubicados a un lado de la ventana o elementos delgados que van colocados sobre ésta para protegerla del soleamiento excesivo.
- **Precipitación pluvial:** Es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre.
- **Proyecciones estereográficas:** En arquitectura bioclimática se utilizan también un tipo de proyecciones estereográficas en donde se supone a un observador ocupando el centro de una esfera, y apoyado en un plano horizontal, de este modo se definen dos sectores el

superior o visible que corresponde a la media esfera que está por encima del horizonte y el inferior o invisible que corresponde al sector que está por debajo del horizonte.

- **Radiación.** Forma de transmisión de calor que se realiza en el vacío. Es la forma como la energía del Sol llega a la Tierra.
- **Radiación solar:** Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas y lumínicas emitidas por el Sol. La intensidad de la radiación global es influida por la latitud, la altitud, las condiciones topográficas, las coordenadas del sol sobre la bóveda celeste, las características de la composición atmosférica, el contenido de vapor de agua en el aire, la nubosidad, etc.
- **Radiestesia.** Herramienta de la Geobiología que mide la sensibilidad que poseen los seres vivos a las distintas radiaciones terrestres.
- **Refrigeración:** es el proceso de reducción y mantenimiento de la temperatura (a un valor menor a la del medio ambiente) de un objeto o espacio. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo.
- **Reflexión:** Es el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial.
- **Sistemas activos e híbridos:** Son aquellos en que la energía natural que los opera en forma prioritaria, se incorpora algún dispositivo de apoyo mecánico que funciona con algún aporte de energía convencional, para lograr su óptimo funcionamiento. Son necesarios, cuando las fuentes de energía natural, no son suficientes para lograr el control ambiental adecuado.
- **Sistemas pasivos de acondicionamiento:** Son aquellos sistemas que permiten captar, controlar, almacenar, distribuir o emitir los aportes de energía natural, sin intervención de ninguna fuente convencional de energía.
- **Sostenibilidad.** Principio que afirma que la protección del medio ambiente debe ser parte fundamental del proceso de desarrollo de las sociedades humanas. Es sinónimo de sustentabilidad; así, el desarrollo sostenible o sustentable sería aquel que para satisfacer las necesidades humanas del presente, no compromete las posibilidades del desarrollo futuro ni, obviamente, sus recursos.
- **Temperatura del aire:** Para los fines de diseño, interesa conocer las variaciones de las temperaturas del termómetro del bulbo seco, en transcurso de las 24 horas del *día promedio* mensual del *año tipo*. referidos en forma especial a los límites de bienestar térmico humano, se observará de forma directa y simultánea a lo siguiente:
 - Las zonas de confort.
 - Las zonas de sobrecalentamiento.
 - Las zonas de baja temperatura.
 - La duración de eventos y períodos.
- **Termosifón.** Principio físico que se establece en un ducto de circuito cerrado que posea dentro un fluido expandible a la temperatura.
- **Tipología:** La podemos definir como un conjunto o de valores esenciales que caracterizan y determinan la arquitectura propia de una región.
- **Ventilación:** En arquitectura se denomina ventilación a la renovación del aire del interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire.
- **Viento:** Es el movimiento del aire que está presente en la atmósfera, especialmente, en la litosfera, producido por causas naturales. Se trata de un fenómeno meteorológico.

- **Viento dominante:** El conocimiento del comportamiento de los patrones de viento en cada localidad, es fundamental por el hecho de conocer si son vientos que se deban rechazar, desviar, amortiguar o controlar las características de su temperatura y humedad.
- **Zooarquitectura.** Arquitectura inspirada en la que hacen o adaptan los animales: También, arquitectura hecha por los animales.



Bibliografía

Acosta, W. (1976). *Vivienda y clima*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones nueva visión.

Almanza, R. (1995). *Langleys/día*. Mexico D.F.

Ambaz, A. E. (s.f.). *Emilio Ambaz Co*. Recuperado el 10 de 10 de 2008, de <http://www.emilioambaszandassociates.com>

Autodesk. (s.f.). *Autodesk Ecotect Analysis*. Recuperado el 06 de 05 de 2009, de <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=12602821&siteID=123112>

BECKERS, B. P. (s.f.). *This site contains tools and applications, especially for architecture and urban projects, dealing with daylight, acoustics and, more generally, sensitive geometry*. Obtenido de <http://www.heliodon.net/>

Blog de los ingenieros. (s.f.). *El mundo da la hidrologia en la ingenieria civil*. Recuperado el mayo de 2009, de <http://anabarco.wordpress.com/2007/01/18/declaracion-de-intenciones/>

Colegio Apostol Santiago Jesuitas. (s.f.). *Ecuación del tiempo*. Recuperado el 01 de junio de 2009, de <http://www.colegioapostol.com/>: <http://www.colegioapostol.com/~astro/cecuacion.htm>

Fundacion CEPA. (s.f.). *CEPA*. Recuperado el septiembre de 2008, de <http://www.fundacioncepa.com.ar/index.htm>

GADGETO. (05 de 2008). *Calentadores solares*. Recuperado el diciembre de 2008, de <http://www.gadgeto.es/2008/05/calentador-solar-para-piscinas.html>

Garcia, J. R. (1985). *Estrategias de diseño bioclimático para la ciudad de México*. Mexico D.F.: UNAM.

Google. (s.f.). *Busqueda de Imagenes de Google*. Obtenido de http://images.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.inmomexico.com/fotos/Uk1NWDE5NTI%3D/360-360/robotiv-Img06102008190365983330.jpg&imgrefurl=http://www.inmomexico.com/inmo/Uk1NWDE5NTI%3D/Sale/Venta_Casa_Yucatan_Mexico.html&usq=__GSiq9MGbeMFjx024M1D_z3pZ

Héctor Ferreiro, V. A. (1991.). *Manual de arquitectura solar*. México: Editorial trillas.

heliodon. (s.f.). Recuperado el 10 de enero de 2009, de <http://www.heliodon.net/>

Higueras, E. (2006). *Urbanismo Bioclimatico*. Barcelona, España: G. Gill.

Hopkinson, R.G. Pethebridge, P. y Logmore, J. *Daylighting*. Londres: Heineman.

Koenisberg, O. y. (1974). *Manual of Tropical Housing*. Londres: Longman.

Libros de Google. (2003). *El mundo de la fisica*. Recuperado el 05 de mayo de 2009, de http://books.google.com.mx/books?id=_O1ESQpCDRkC&pg=RA2-PA187&lpg=RA2-PA187&dq=%22escala+de+intensidad+del+sonido%22&source=bl&ots=_B1u9sJolO&sig=wqfFeBFut7CR-xyuH38pn7SRek0&hl=es&ei=wWlxStHIKaG6sgPi_YXRAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1#PRA1-PA199

Mapa Mundi. (s.f.). *Mapa Mundi, Blogs de mapas de Utehas*. Obtenido de www.lib.utexas.edu/maps/atlas_mexico/climate.jpg

Martinez, D. S. (abril de 2008). *Sistemas de Informacion Geográfica*. (A. J. Romero, Entrevistador)

National Aeronautics and Space Administration. (s.f.). *La NASA en Español*. Obtenido de <http://www.lanasa.net/>

Oliver. (1995). *La bclimatica como alternativa*.

Organizacion Panamericana de la Salud. (01 de enero de 2005). *BVSDE Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental*. Recuperado el Diciembre de 2008, de <http://www.cepis.org.pe/plataforma/arquitectura/clase33/clase33.htm#Trayectoriaaparentedelso>

Pesci, A. R. (septiembre de 2008). *La Sustentabilidad y la Arquitectura*. (A. J. Romero, Entrevistador)

Real Academia Española. (1° de mayo de 2009). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://www.rae.es/RAE/Noticias.nsf/Home?ReadForm>

Romero, A. J. (s.f.). *Fotografías personales*.

Servicio Metereológico Nacional. (s.f.). *Registros del Servicio Metereológico Nacional*. México: Servicio Metereológico Nacional.

Spanto.com. (s.f.). *archisun 3.00*. Obtenido de http://www.spanto.com/run_softskel1_s.swpl?vcodsoft=9

UCLA (University of California, Los Angeles). (University of California © 2009 UC Regents). *HEED: Home Energy Efficient Design*. Recuperado el 03 de 05 de 2009, de <http://mackintosh.aud.ucla.edu/heed/>

universalsolar. (s.f.). *Mantenimiento de Calentador Solar*. Recuperado el septiembre de 2008, de <http://www.universalsolar.com/frames2/maintcalens.htm>

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de www.wikipedia.com

WordReference.com Diccionario de sinónimos y antónimos. (1° de mayo de 2009).
WordReference.com Diccionario de sinónimos y antónimos.

