

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DISEÑO CLIMATICO PARA EDIFICACIONES  
EN LA ZONA SECA ORIENTAL DEL PAIS

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Arquitectura de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

JULIO ARTURO OLIVA HURTARTE

al conferírsele el título de

ARQUITECTO



Guatemala, noviembre 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

DL  
02  
T(245)

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano:	Arq. Marcelino González Cano
Vocal Primero:	Arq. Miguel Angel Santacruz Ochoa
Vocal Segundo:	Arq. Eduardo Sosa Monterrosa
Vocal Tercero:	Arq. Roberto Cárcamo Sandoval
Vocal Cuarto:	Br. Oscar Maldonado S.
Vocal Quinto:	Br. Carlos Romero Zetina
Secretario:	Arq. Rolando Marroquín Toledo

TRIBUNAL QUE PRACTICO  
EL EXAMEN PRIVADO

Decano:	Arq. Marcelino González Cano
Examinador:	Arq. Marco Antonio Rivera Mendoza
Examinador:	Arq. Roberto Cárcamo Sandoval
Examinador:	Ing. Vicente Mazariegos Rodríguez
Secretario:	Arq. Rolando Marroquín Toledo

DEDICO ESTA TESIS:

A mis padres

ARTURO OLIVA SAGASTUME

EDELMIRA HURTARTE DUBON DE OLIVA

A mi abuelita

JOSEFINA DUBON OVALLE vda. DE HURTARTE

A la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECONOCIMIENTO :

ARQ. JOSE LUIS GANDARA GABORIT

AGRADECIMIENTO :

ING. EMILIO BELTRANENA MATHEU

ARQ. RAFAEL ESCOBAR DONIS



EL PRESENTE TRABAJO SE HA REALIZADO CON EL APOYO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA (CIFA), Y EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA (CII) DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, DENTRO DEL PROYECTO TECNOLOGIA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS, QUE CUENTA CON LA COLABORACION DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS (OEA).

Asesor: Arq. José Luis Gándara Gaborit

Consultor: Ing. Emilio Beltranena Matheu

# C O N T E N I D O

INTRODUCCION

ANTECEDENTES

OBJETIVOS

METODOLOGIA DE TRABAJO

## 1.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.1 Aspectos generales del sistema tierra-sol

1.2 Características climáticas de Guatemala

1.2.1 Temperatura

1.2.2 Humedad y precipitación

1.2.3 Viento

1.2.4 Radiación solar

1.2.5 Incidencia solar

1.2.6 Uso de la carta solar

1.3 Zona de confort

1.4 Los cuadros de Mahoney

1.5 Transmisión térmica de materiales

## 2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA ZONA SECA-ORIENTAL

2.1 Delimitación

2.2 Región Seca oriental

2.3 Clasificación climatológica

2.4 Zonas de vida

## 3.- ANALISIS CLIMATICO DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DE LA ZONA

3.1 Procedimiento

3.2 Naturaleza del clima

3.3 Necesidades fisiológicas

3.4 Zona de confort

3.5 Aplicación de los cuadros de Mahoney

3.6 Recomendaciones de diseño conforme el clima

3.6.1 Distribución o trazado

3.6.2 Movimiento de aire y aberturas de ventanas

3.6.3 Cubiertas

3.6.4 Muros

3.6.5 Características externas (urbanización, flora)

3.6.6 Especificaciones de materiales

4.- REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

4.1 Trazo y distribuciones

4.1.1 Orientación

4.1.1.1 - Viento y soleamiento

- Humedad

4.1.2 Espacios entre edificios

4.1.3 Forma y masa de edificios

4.1.4 Planificación interior

4.1.5 Vegetación

4.2 Elementos constructivos

4.2.1 Proporciones y formas

- Puertas, ventanas, aberturas y celosías

- Cubiertas y muros

4.2.2 Transmisión térmica

- Muros

- Cubiertas

- Suelos

- Areas externas

4.3 Cuadro resumen

5.- CONCLUSIONES GENERALES

6.- BIBLIOGRAFIA

## I N T R O D U C C I O N

El clima es uno de los aspectos que más influyen en la capacidad del ser humano para el trabajo mental y físico. Influye de igual manera en la capacidad para recrearse, disfrutar, descansar y dormir. En síntesis: para vivir.

En condiciones climáticas adversas, el cuerpo puede experimentar sensaciones de lasitud y depresión. En los climas cálidos, el ritmo fisiológico de trabajo, fatiga y recuperación se ve perturbado por las altas temperaturas del cuerpo. La fatiga se acumula y disminuye la eficiencia en la tareas y la disposición para el recreo y el descanso. Ni la ambientación mecánica, ni la propia adaptación pueden superar por completo las desventajas de un clima adverso. Pero si resulta posible mitigar el rigor climático mediante edificaciones bien diseñadas tomando muy en cuenta aspectos de control ambiental.

De lo anterior se deduce que es muy importante agregar a los problemas sociales, funcionales, económicos, topográficos, operacionales y estructurales, los de índole climática, que tiene que enfrentar simultáneamente un diseñador para resolver problemas de planificación de edificios.

En Guatemala, con su variedad de climas, encontramos extremos fríos como Huehuetenango, extremos cálidos húmedos como las costas en los dos océanos y extremos cálidos secos como gran parte de la región Nor-oriental del país, principalmente el valle donde se asientan las ciudades de Zacapa, Chiquimula y El Progreso. Este último puede ~~catalogarse~~ como el clima más adverso de los que componen nuestra topografía, y el cual será objeto de este estudio.

En general, el problema climático no ha sido merecedor de mucha atención en el campo arquitectónico en nuestro país, siendo el arquitecto el obligado a proporcionar el debido confort en las edificaciones, debiera ser este un aspecto fundamental a no pasar por alto.

En síntesis, se pretende mediante un método de análisis, cuya difusión en otros países se remonta a pocos años, establecer una guía para el diseño de edificaciones en el particular clima cálido-seco, reemplazando el enfoque corriente y alejado de las posibilidades de la gran mayoría rural, basado en acondicionamientos de aire, que sirva para las personas que realizan tra-

bajos prácticos de construcción sobre el terreno, estudiantes y profesionales en el campo de la Arquitectura, que deseen obtener soluciones de diseño en esa región, que satisfaga las necesidades psicológicas, sociales y funcionales, así como las físicas y fisiológicas de los habitantes, en el marco de las incomodidades topográficas, climáticas y económicas dadas.



## A N T E C E D E N T E S

El presente trabajo fué motivado a raíz de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, llevado a cabo en la ciudad de Zacapa.

Ensayos sobre el Desarrollo social e histórico, y sobre implementación de Centros de distribución de productos de consumo básico, realizados allá, convergieron en apremiantes problemas que adolece la población de la región en general, pues de una u otra manera, estos problemas son comunes a los principales centros humanos en la zona, ya que se trata principalmente de deficiencias en la infraestructura constructiva: centros de recreación, viviendas, edificios públicos, mercados, etc. Común a todos ellos es un problema particular en el área, y que de forma global afecta a toda la población, abrazando valles y ríos, áreas urbanas y el campo: la adversidad de su clima. Es en las edificaciones donde se pueden aminorar estos efectos negativos principalmente, pues es bajo ellas que la mayoría de las personas laboran y descansan.

Esto determinó la inquietud de aportar una guía para contrarrestar la notoria inclemencia del clima cálido-seco de la región, dando prioridad a la necesidad de confortabilidad mediante la adecuación climática de sus edificaciones.



## OBJETIVOS

GENERAL: CONTRIBUIR MEDIANTE ESTE TRABAJO A LA SATISFACCION DE LA NECESIDAD DE CONFORTABILIDAD CLIMATICA, Y A LA MEJOR UTILIZACIÖN DE LOS RECURSOS CONSTRUCTIVOS PROPIOS DE LOS HABITANTES DE LA REGION SECA ORIENTAL DEL PAIS.

### PARTICULARES:

- 1.- PLANTEAR Y EXPLICAR UNA SERIE DE CONCEPTOS Y MECANISMOS QUE EN SU CONJUNTO SEAN UNA GUIA CLARA Y PRACTICA PARA EL DISEÑO CLIMATICO EN GENERAL.
- 2.- HACER VER LA NECESIDAD DE TOMAR MUY EN CUENTA LOS PROBLEMAS CLIMATICOS EN EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTONICO.
- 3.- ELABORAR UNA SERIE DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES CONCRETAS PARA EL DISEÑO DE EDIFICACIONES HABITABLES O UTILES AL HOMBRE EN EL PARTICULAR CLIMA CALIDO SECO DE LA REGION SECA NOR ORIENTAL.

## METODOLOGIA DE TRABAJO

El plan de acción general en que se encuadra este estudio, tiene cuatro aspectos principales.

En primer lugar, se parte de un punto general y se delimita el marco teórico en el campo físico global, nociones del sistema tierra-sol, características climáticas de Guatemala; y en el campo conceptual: conceptos de "zona de confort", explicación del método de Mahoney y de transmisión térmica de materiales.

En el segundo capítulo se delimita físicamente el campo particular de estudio, describiéndolo en sus características climáticas y ecológicas principales.

Contando con los datos meteorológicos de las estaciones del lugar, se entra a hacer un análisis climático de las principales localidades de la zona, en el capítulo tercero; poniendo como ejemplo el de la localidad de Zacapa, para luego sacar conclusiones comparativas. Aquí se pone de manifiesto la naturaleza del clima a analizar, las necesidades fisiológicas, utilizando como parámetro el concepto de "confort", alrededor del cual gira el análisis. En seguida, se utiliza el procedimiento del método de los cuadros de Mahoney como una guía práctica de la cual obtenemos conclusiones que se enmarcan en recomendaciones sobre diseño conforme el clima. De lo cual se concluye en la parte final con gráficas explicativas de los requerimientos de diseño para la región.

## 1.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

El contenido de este capítulo, pretende dar bases conceptuales tanto del Marco Teórico en donde se encuentra inmerso nuestro problema, como de aspectos puramente técnicos de la Metodología de trabajo. Esto es necesario, ya que el control ambiental en edificaciones no es un tema que cuente con mucho estudio en nuestro país, y su base científica tampoco es del dominio de la gran mayoría de las personas que se desarrollan en este campo.

El objetivo fundamental de ello es hacer de este estudio en su aplicación, una guía completa que no de lugar a dudas, siendo así más accesible su contenido.

## 1.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

### 1.1 ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA TIERRA SOL

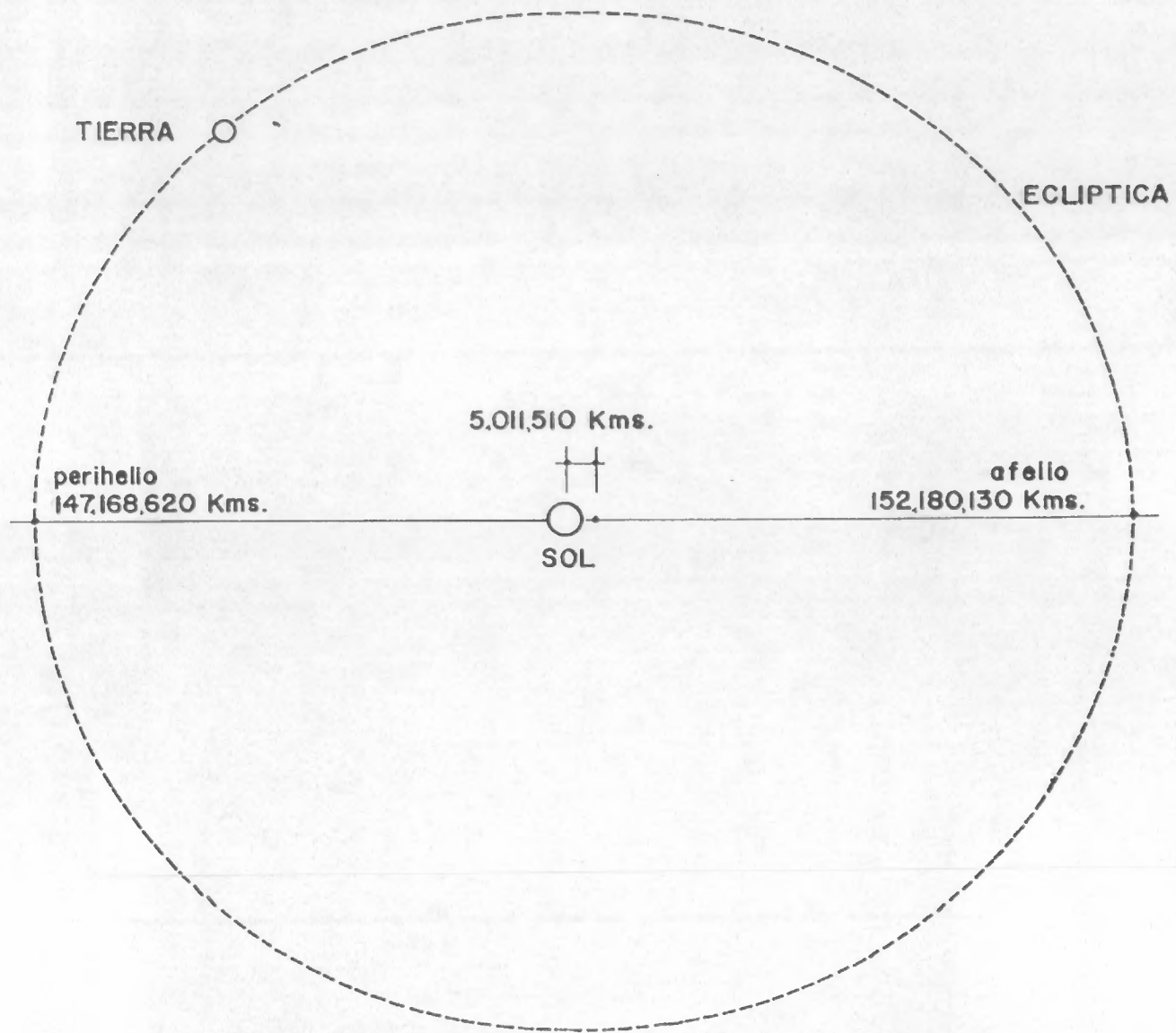
Para poder comprender mejor las características climáticas de Guatemala, en las próximas páginas vamos a hacer un rápido análisis del origen y variación de los diferentes climas que afectan a la tierra y en especial a Guatemala.

El sol, con su irradiación, calor y su aparente trayectoria sobre nuestro planeta, es el principal elemento causante de las variaciones climatológicas.

La órbita de La Tierra alrededor del sol, llamada Eclíptica, es en la realidad una e-  
lipse, pero ella es casi circular (ver Gráfica 1), debido a que la separación de sus dos focos  
(5,011,510 Kms.), es tan solo un 3% de la distancia promedio de La Tierra al sol, la cual es de  
147,168,620 Kms. aproximadamente; lo cual nos dá unicamente un 6% de diferencia de intensidad  
de radiación entre el punto más alejado llamado Afelio (152,180,130 Kms.), y el punto más cerca-  
no llamado Perihelio (147,168,620 Kms.). Por lo tanto, para los efectos de este estudio, y lo  
cual no afecta en nada sus objetivos, se supondrá circular la trayectoria terrestre alrededor  
del sol.

El recorrido que durante un año efectúa nuestro planeta, sea cual fuere el lado del  
sol en donde se encuentre, su eje, o línea que lo cruza de polo a polo, está siempre inclinado  
en la misma dirección,  $66^{\circ} 33'$  respecto de la Eclíptica, o sea  $23^{\circ} 27'$  respecto de la perpendi-  
cular a la misma (ver Gráfica 2), lo cual es la causa de que se produzcan las estaciones.  
Después del Equinoccio de otoño (23 de septiembre),- época en que el sol está directamente sobre  
el Ecuador, y el día y la noche son de igual duración en todas partes - , el Polo Norte se incli-  
na apartándose del sol. Desde ese momento, el Hemisferio Norte (que es el nuestro), recibe me-  
nos iluminación que el Sur, hasta que se llegue al momento mínimo de iluminación que es el Sols-  
ticio de invierno (22 de diciembre), momento en que el sol alcanza su límite más bajo al sur del  
Ecuador. Durante el invierno, las noches del Hemisferio Norte son más largas que los días; du-  
rante el verano, los días son más largos que las noches; en el Hemisferio Sur ocurre todo lo con-  
trario con las estaciones. Luego del Equinoccio de primavera (21 de marzo), el Polo Norte se

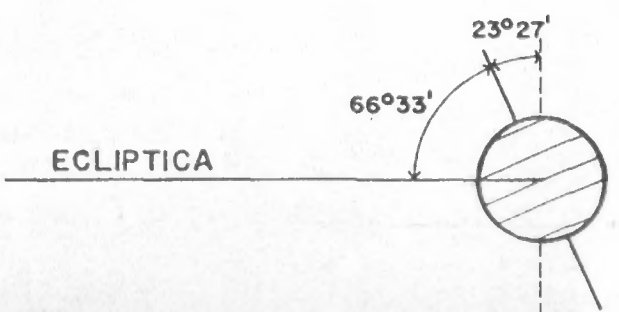
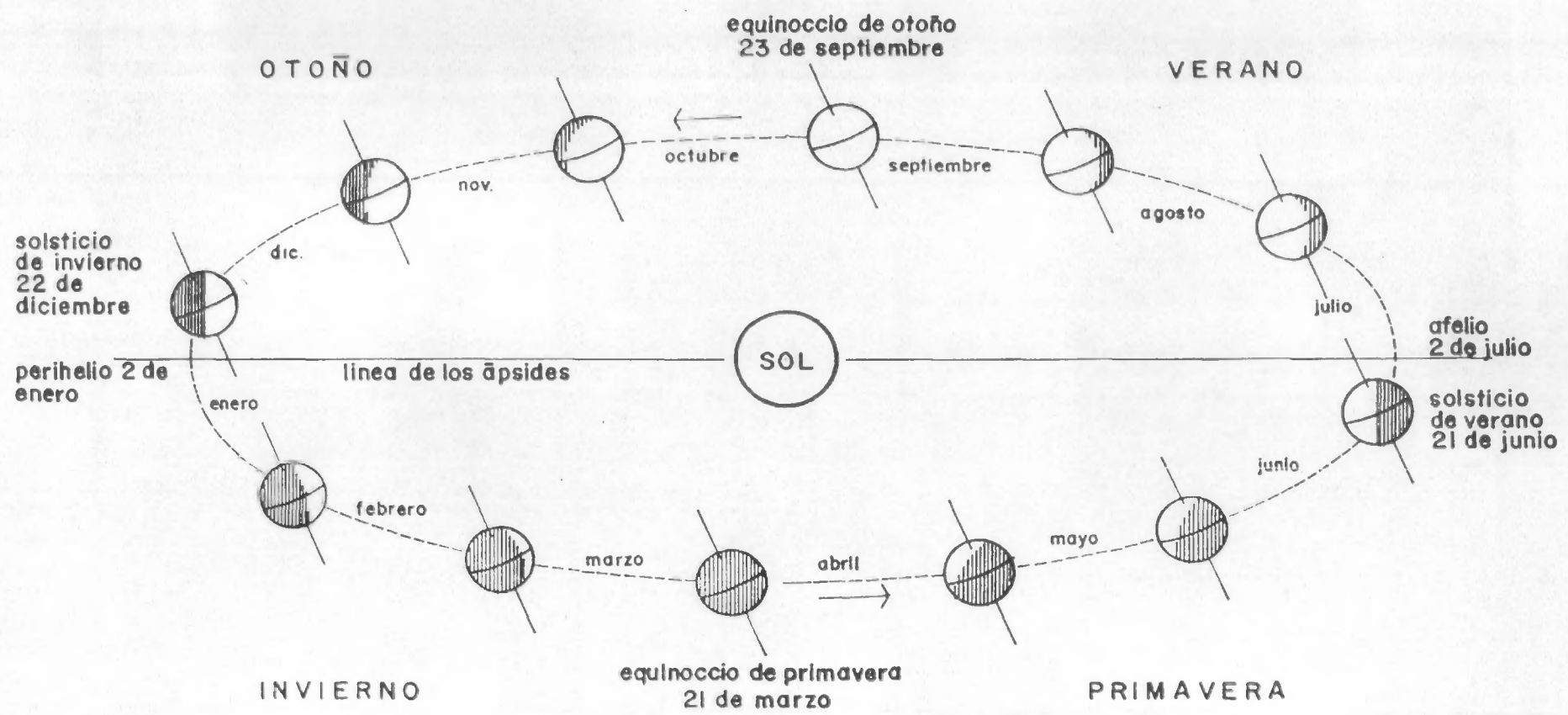
# ORBITA ELIPTICA DE LA TIERRA



diferencia de intensidad de irradiación solar entre el perihelio y el afello: 6% aprox.

Fuente: Seminario Nacional sobre el aprovechamiento de la energía solar en las edificaciones. Guatemala, octubre 1981.

# INCLINACION DEL EJE DE LA TIERRA Y SU RECORRIDO ALREDEDOR DEL SOL



INCLINACION DEL EJE DE LA TIERRA RESPECTO DE LA PERPENDICULAR A LA ECLIPTICA  $23^{\circ}27'$

Fuente: Instituto Galach de librería y ediciones S. L. GEOGRAFIA UNIVERSAL. Tomo I. pags. 64-65 Gándara G., José Luis. CALCULO DE ILUMINACION NATURAL PARA EDIFICIOS. p. 73



inclina hacia el sol, con lo que el Hemisferio Norte empieza a recibir mayor iluminación que el Sur, llegando a su momento mínimo de iluminación en el Solsticio de verano (21 de junio), momento en que el sol alcanza su límite más alto al norte del Ecuador. Y así, durante el verano, las noches del Hemisferio Norte son más cortas que los días.

Pero además de su movimiento de traslación, La Tierra tiene su movimiento de rotación, alrededor de su eje, que lo efectúa en 24 horas, el cual da origen a la noche y el día; los cuales como vimos anteriormente, no tienen la misma duración a través del año en un lugar determinado de La Tierra; y tampoco igual para dos lugares en la misma fecha, situados a distintas latitudes.

## 1.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE GUATEMALA

Guatemala está localizada entre las latitudes 14° a 18° Norte y longitudes 88° a 92° Oeste, lo que la sitúa en una posición intertropical, lo que hace que sus características climáticas generales, sean tropicales o subtropicales; además de ello, cuenta con dos litorales, al Atlántico y al Pacífico con gran proximidad, esto permite toda una gama de conjugaciones macro climáticas.

Muchas han sido las definiciones que al respecto del clima se han elaborado, pero la más acertada, podría ser la de Hann, que lo define como: "Conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan durante un largo período el estado medio de la atmósfera y su evolución en un lugar dado". (4)

Los principales elementos climatológicos que provocan los climas regionales y locales son los enumerados a continuación:

TEMPERATURA: Causada por la fricción de las moléculas del aire.

HUMEDAD: Estado del aire con respecto a la cantidad de vapor de agua que contiene.

LLUVIA: Precipitación del vapor de agua al condensar en el aire.

VIENTO: Movimiento del aire causado por diferencias de temperatura y presiones.

RADIACION SOLAR: Incidencia de los rayos solares sobre la superficie de la tierra.

(4) Diccionario Geográfico de Guatemala. Tomo I.  
Tipografía Nacional, 1961.

Para la república de Guatemala, resumiremos las características de estos elementos de la siguiente forma: (5)

#### 1.2.1 TEMPERATURA:

En todo el territorio nacional, debido primordialmente a los grandes contrastes producidos por las cadenas montañosas que atraviesan el país, la situación térmica es muy variada, existiendo zonas muy altas donde se registran temperaturas bajo cero, como por ejemplo Totonicapán, y zonas muy bajas y áridas donde se registran temperaturas de 35° a 37° como Zacapa y Chiquimula. Las temperaturas medias a nivel del mar son de 27°C en el Océano Pacífico, y 28.29°C en la Bahía de Amatique.

#### 1.2.2 HUMEDAD Y PRECIPITACION:

El régimen de lluvias es variado en todo el territorio; en el altiplano se presenta una precipitación media anual de 1,200 a 1,800 mm., mientras que en otras zonas relativamente secas como La Fragua en Zacapa, cuyo promedio anual alcanza 400 a 600 mm.; zonas sumamente húmedas con valores de 4,000 a 4,500 mm., y zonas extremas que sobrepasan un promedio de 6,000 mm. En zonas como El Progreso, Zacapa y parte de Chiquimula, hay 45 a 60 días de lluvia anual, mientras que en Alta y Baja Verapaz se registran un promedio de 200 a 210 días al año.

#### 1.2.3 VIENTO:

Predominan sobre el territorio nacional los vientos Nor-noreste al Sur-suroeste, con características normales de los Alisios del Noroeste, con variaciones en determinadas zonas debido al relieve del territorio, donde se presentan sistemas locales de circulación como en la cuenca del río Motagua, entre la Bahía de Amatique y el Depto. de El Progreso, donde los vientos soplan prácticamente paralelos en la dirección del río.

#### 1.2.4 RADIACION SOLAR:

La intensidad de la radiación solar que incide en el territorio nacional es alta y constituye una reserva energética que puede ser utilizada de diversas formas. Para el territorio nacional excluyendo el departamento de El Petén, el valor medio anual de la radiación global puede estimarse en 458 vatios por metro cuadrado. (6)

(5) Extracto de la descripción efectuada en el Atlas Nacional de Guatemala. Edit. Talleres IGN, 1972.

(6) Salazar R. Humberto Ing. "Estudio sobre algunas características de la radiación solar en Guatemala". Fac. de Ingeniería, 1978.

### 1.2.5 INCIDENCIA SOLAR

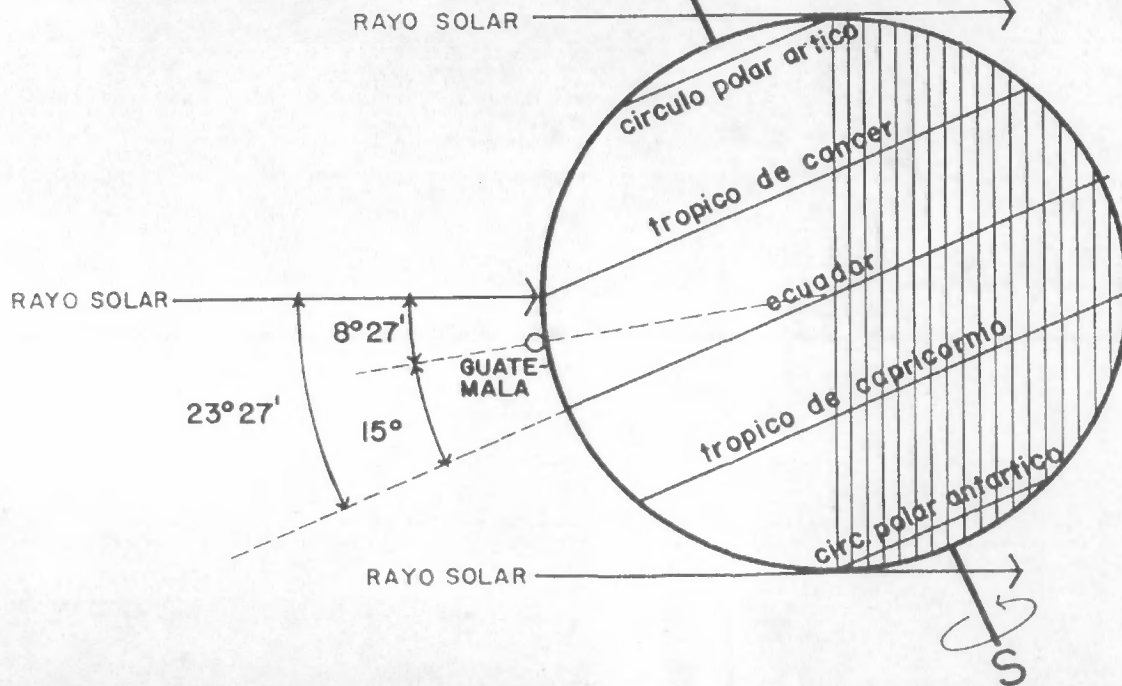
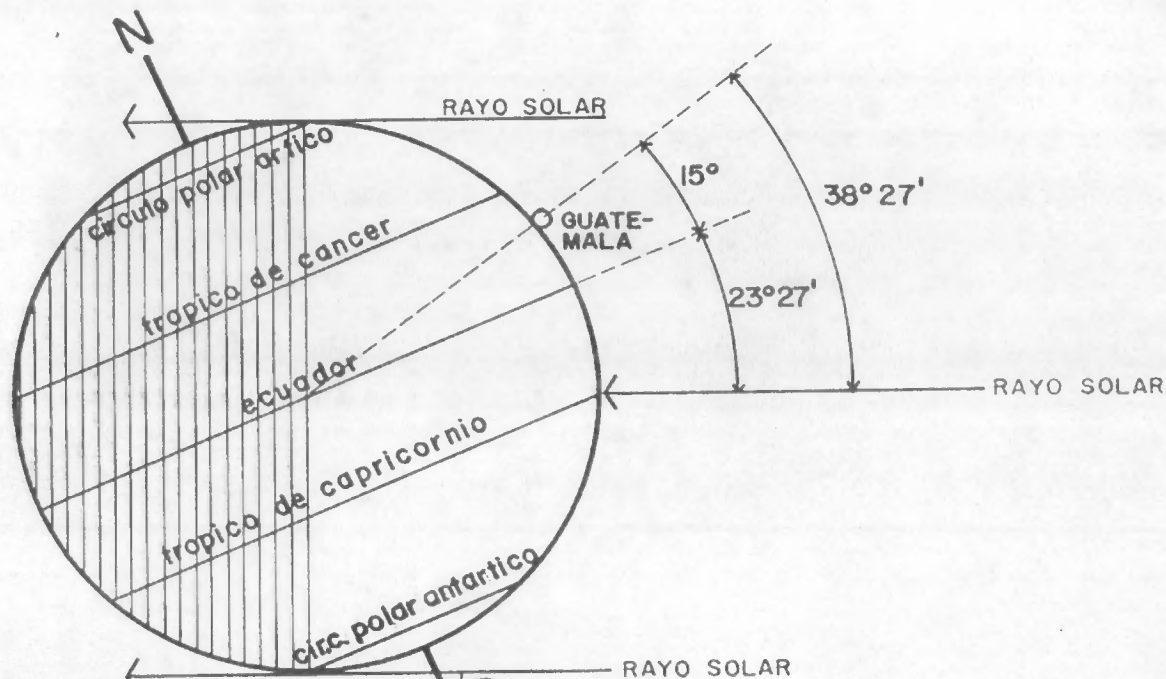
Se ha considerado necesario incluir en este trabajo algunos aspectos generales y otros específicos sobre incidencia solar, ya que como se verá más adelante, el problema en las zonas áridas calurosas es esencialmente de protección contra la radiación solar. Los aspectos generales son válidos para toda la República, considerando que estos cambian de acuerdo a la latitud de los países. Estos conceptos nos llevarán a comprender las características de la incidencia solar que más adelante se analizan concretamente.

Si retornamos a la Gráfica 2, nos damos cuenta que de acuerdo al movimiento de traslación de La Tierra, va cambiando la forma como le afectan los rayos solares. En el solsticio de invierno y el solsticio de verano, fechas en que la trayectoria aparente del sol alcanza su nivel más bajo al sur y más alto al norte del ecuador respectivamente, la incidencia de los rayos solares alcanza sus ángulos más críticos también. En la Gráfica 3, se explica en detalle qué es lo que sucede al momento de estos fenómenos. El eje de La Tierra se mantiene siempre inclinado  $66^{\circ} 33'$  con respecto a la Eclíptica, o sea  $23^{\circ} 27'$  respecto de la perpendicular a la misma; lo cual también es la máxima declinación del sol respecto del Ecuador.

Si tomamos los  $15^{\circ}$  de latitud como centro del país, se puede apreciar que en el solsticio de invierno (22 de dic.), la declinación aparente del sol llega a  $38^{\circ} 27'$  hacia el sur; partiendo de este momento comienza a "regresar" hasta llegar, (cuando La Tierra se encuentra en el otro extremo de la Eclíptica), al solsticio de verano (22 de junio), con la máxima declinación solar hacia el norte; restando los  $15^{\circ}$  de nuestra latitud, observamos que los rayos solares nos llegarán con un ángulo de  $8^{\circ} 27'$  en ese momento. El resto del año, la trayectoria aparente del sol, se encontrará dentro de esos márgenes, pasando dos veces perpendicular al Ecuador en los equinoccios (23 de sept. y 21 de marzo), fechas en las que respecto a Guatemala lo veremos con una declinación de  $15^{\circ}$  hacia el sur. También surcará dos veces el cenit de Guatemala entre el 29 y 30 de abril y el 14 ó 15 de agosto.

SOLSTICIO DE INVIERNO  
22 DE DICIEMBRE

DIA MAS CORTO Y  
NOCHE MAS LARGA  
EN EL HEMISFERIO NORTE



SOLSTICIO DE VERANO  
22 DE JUNIO

DIA MAS LARGO Y  
NOCHE MAS CORTA  
EN EL HEMISFERIO NORTE

Fuente: Edward B. Espenshade Jr.  
GODE'S WORLD ATLAS.

Gándara G., José Luis. Op.cit. p 74



### 1.2.6 USO DE LA CARTA SOLAR

La posición del sol a cualquier hora en cualquier día se puede saber fácilmente si se conocen dos coordenadas que se denominan azimut y altitud. En los diagramas de trayectoria solar o cartas solares, el azimut se representa en una escala angular de 0 a 360 grados alrededor del círculo, midiéndose a partir del norte en el sentido de las agujas del reloj. La altitud de la posición del sol se indica por una serie de anillos concéntricos, y se mide hacia arriba desde el horizonte ( $0^\circ$ ) al cenit ( $90^\circ$ ). El recorrido solar se representa en las cartas solares por una serie de líneas que empiezan en el Este (salida del sol), y terminan en el Oeste (puesta del sol). Las líneas extremas indican el recorrido en los solsticios. Las líneas cortas que cruzan la trayectoria solar representan las horas del día. (7)

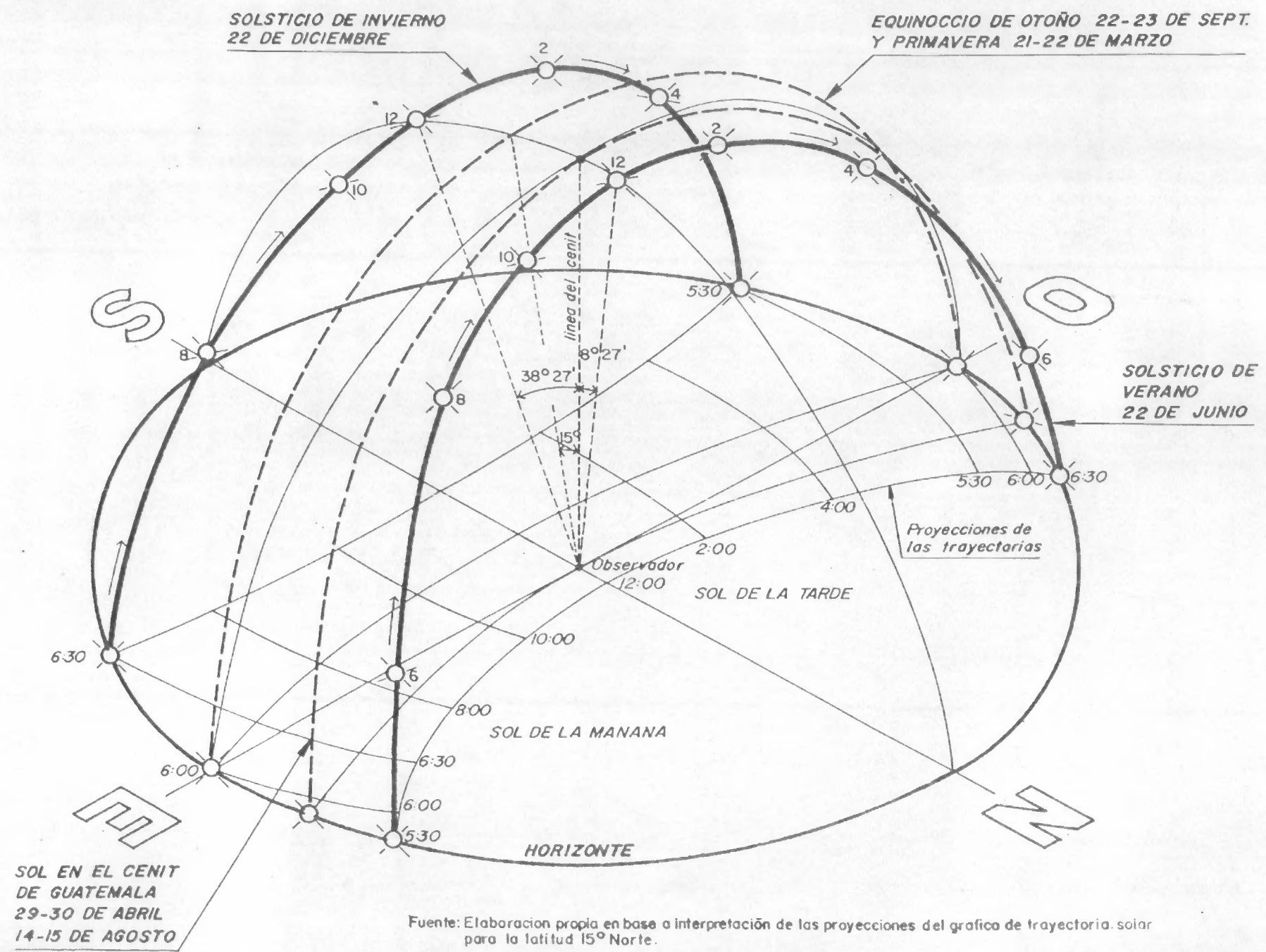
En la Gráfica 4 se hace una representación esquemática de los recorridos extremos aparentes del sol para nuestra latitud, en la llamada esfera celeste, que está determinada por la proyección esferoidal de dichos recorridos. Se desprecia el diámetro de La Tierra, el punto de referencia es el observador. De esta manera se comprende de una mejor forma las características propias del soleamiento para nuestra situación geográfica, y se visualizan mejor los diagramas de trayectoria solar. En ella se pueden apreciar las horas de las salidas y puestas del sol. Por ejemplo, el 22 de diciembre que es el día más corto, el sol sale a las 6:30 en un azimut de  $115^\circ$ , y se pone a las 5:30 PM en un azimut de  $245^\circ$ ; lo contrario ocurre el 22 de junio, día más largo y noche más corta, el sol sale a las 5:30 en un azimut de  $65^\circ$ , y se pone a las 6:30 PM en un azimut de  $295^\circ$ .

El azimut es en la realidad el ángulo horizontal de sombra (AHS), o sea la dirección y sentido en que se vé el sol. La altitud es en la realidad el ángulo vertical de sombra (AVS), o sea la inclinación respecto del horizonte a la que se vé el sol. En la Gráfica 5 se pueden apreciar estos ángulos, en el caso supuesto de una ventana; es claro también que estos ángulos afectan de diferente manera según la posición de la fachada. Además se dá un esquema ilustrativo de las inclinaciones máximas a medio día respecto del cenit, en los solsticios.

La Gráfica 6 corresponde a la carta solar para la latitud  $15^\circ$  norte, que domina la región a estudiar. La Gráfica 7 corresponde al transportador de ángulos de sombra.

(7) "Diseño de viviendas económicas y servicios de la comunidad". Volumen I: El clima y el diseño de casas. Naciones Unidas. Pag. 67

# REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS RECORRIDOS APARENTES DEL SOL EN LA ESFERA CELESTE PARA NUESTRA LATITUD 15° NORTE

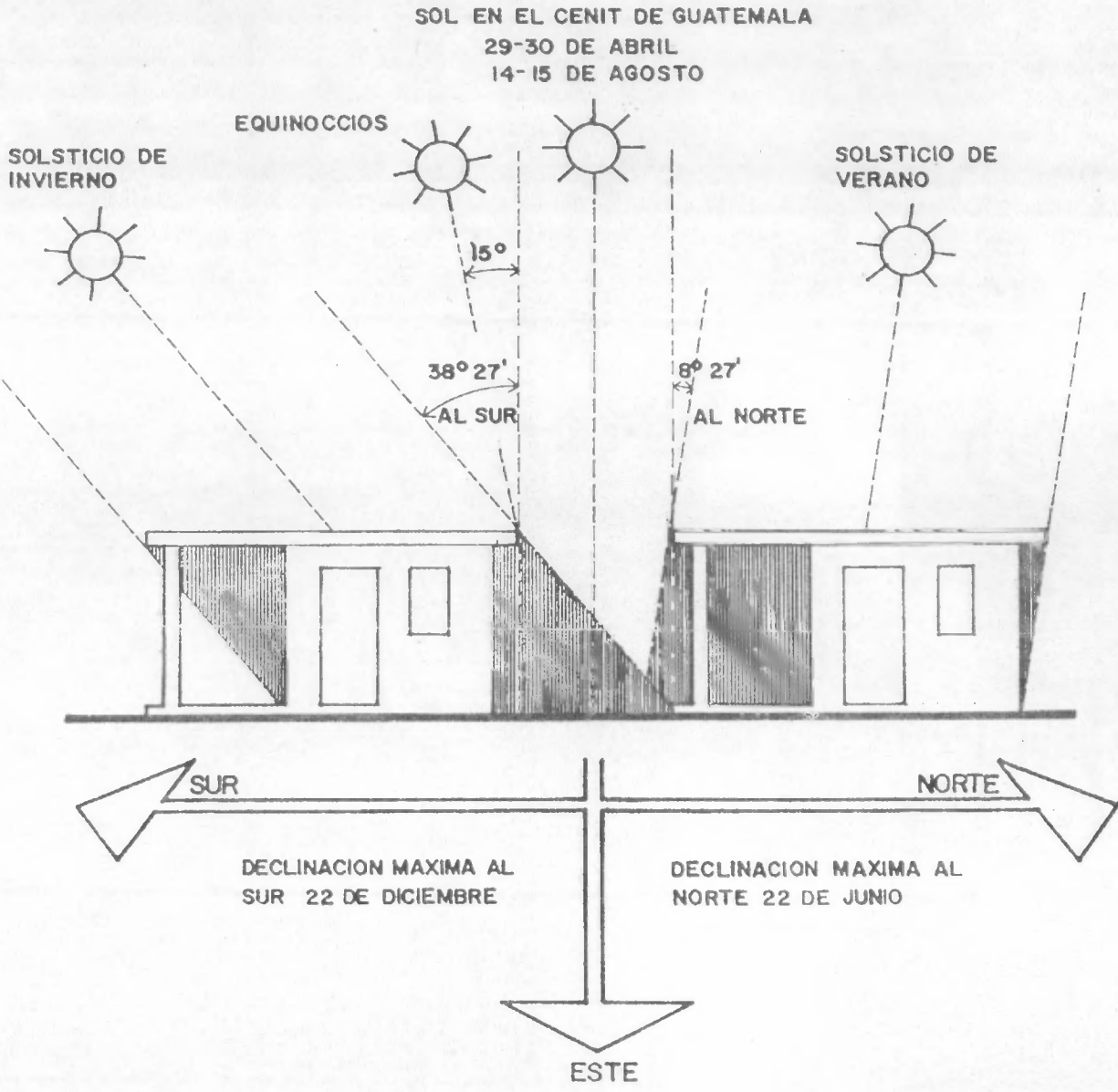
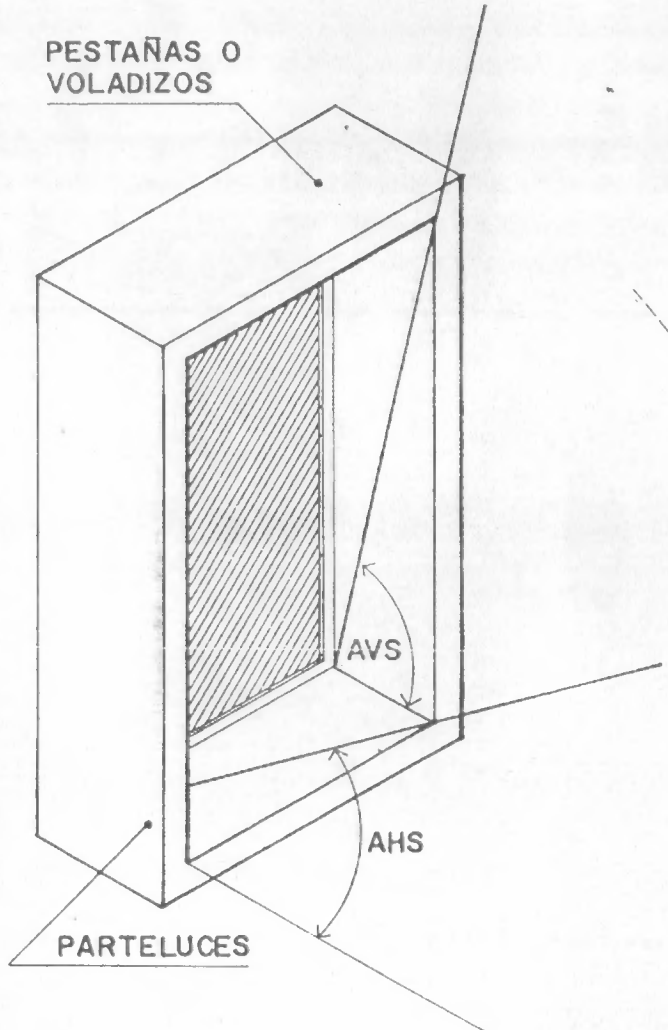


Fuente: Elaboracion propia en base a interpretaci3n de las proyecciones del grafico de trayectoria solar para la latitud 15° Norte.

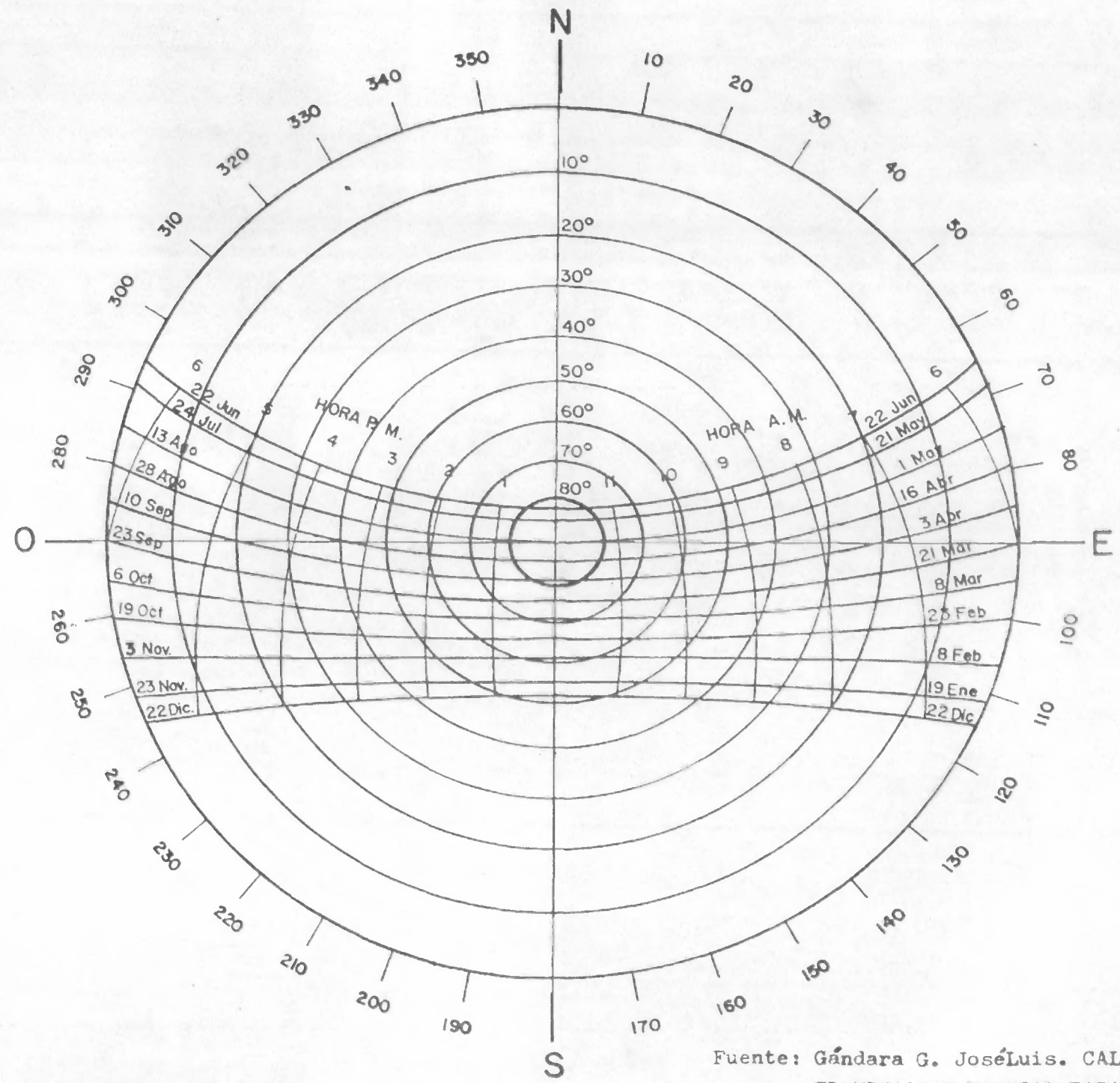


# ANGULOS DE SOMBRA

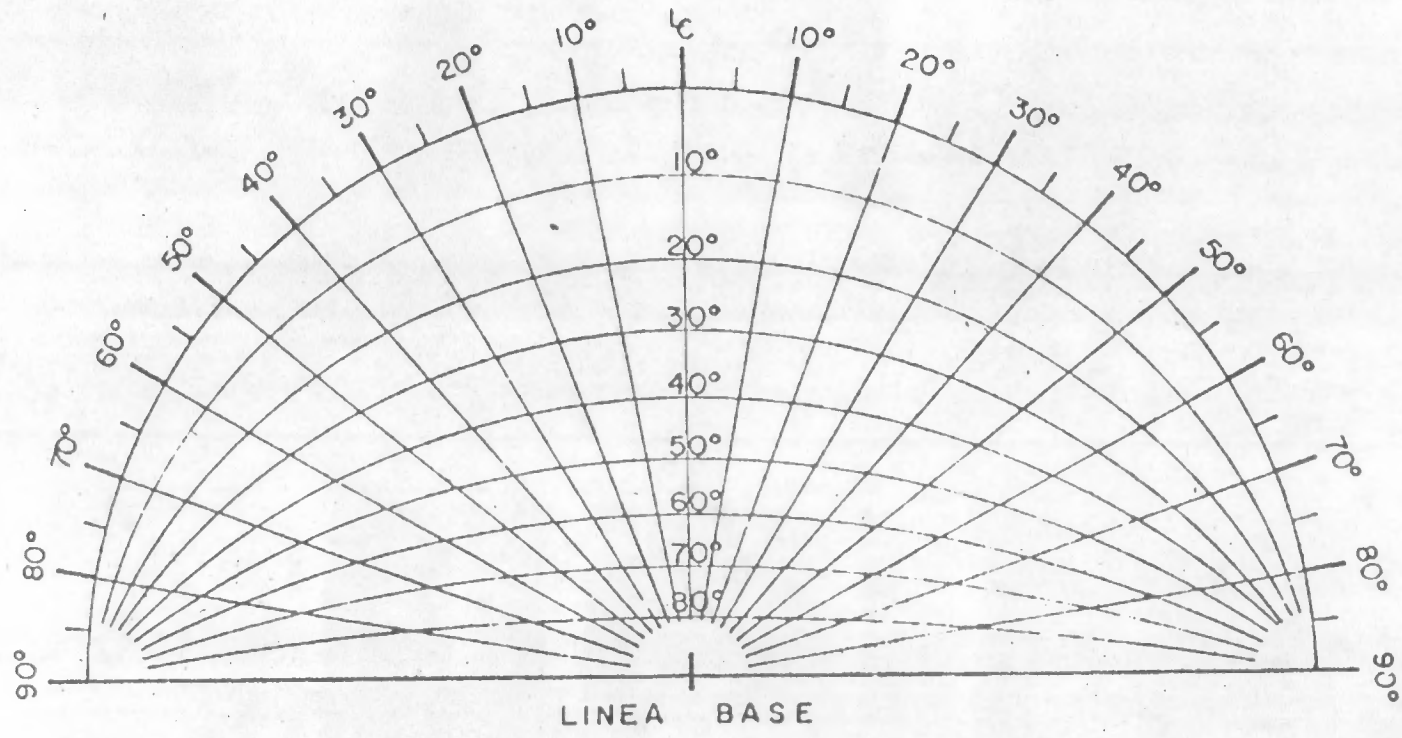
# ESQUEMA ILUSTRATIVO DE LAS INCLINACIONES SOLARES



# CARTA SOLAR LATITUD 15° NORTE



Fuente: Gándara G. José Luis. CALCULO DE ILUMINACION NATURAL PARA EDIFICIOS.



# TRANSPORTADOR DE ANGULOS DE SOMBRA

Fuente: Gándara G. José Luis. CALCULO DE ILUMINACION NATURAL PARA EDIFICIOS.

Debido a que según la posición de la fachada, así la afectarán los rayos solares, antes de entrar a considerar la incidencia de estos, deberá estar previamente determinada la orientación del edificio, en los casos en que se pueda orientar sus fachadas a donde se desee. En los otros casos, como por ejemplo, terrenos para viviendas con colindancias, en donde la orientación ya está obligadamente determinada, el análisis de incidencia deberá hacerse de acuerdo a ella. Cuando no se puede determinar adecuadamente la orientación de una edificación, la protección de ésta será considerablemente más difícil.

Una fachada orientada hacia el norte, estará afectada por los rayos solares solo durante mayo, junio, julio y la mitad de agosto, tres meses y medio; siendo el 22 de junio el día más crítico, por lo que analizando y neutralizando los rayos solares en esa fecha, se estará protegiendo también de cualquiera otra época. El resto del año estará bajo sombra. Entendiendo que aun en el día más crítico, la declinación al norte será solo de  $8^{\circ} 27'$  en el cenit; por lo que se considera la orientación ideal en climas cálidos y templados.

Una fachada orientada al sur, tendrá soleamiento durante agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, ocho meses y medio; siendo el 22 de diciembre el día más crítico; por lo que analizando y neutralizando los rayos solares en esa fecha, se estará protegiendo también de el resto de meses del año.

Las fachadas orientadas al este tendrán sol todo el año pero únicamente por la mañana. Las orientadas al oeste tendrán su soleamiento solo por la tarde, todo el año. En ambos casos deberá hacerse un análisis conjunto de los solsticios (22 de junio y 22 de diciembre), y los equinoccios (21 de marzo y 23 de septiembre).

Para evitar al máximo la exposición al sol, la orientación de las edificaciones deberá ser al norte y al sur. Partiendo de ello, aprovecharemos la explicación del uso de la carta solar para dejar previstos los cuadros de azimut y altitud para los días críticos en junio y diciembre de esa orientación.

El azimut de la fachada será aquella línea perpendicular al exterior de la misma. Una fachada orientada exactamente al este, tendrá un azimut de  $90^{\circ}$ ; el oeste de  $270^{\circ}$ ; al nor-oeste

de  $315^\circ$ , etc. En la orientación ideal para climas cálidos y templados, norté-sur, las fachadas tendrán azimut de  $0^\circ$  al norte y  $180^\circ$  al sur. Ya determinado esto, se traza la línea de fachada sobre la carta solar (ver Gráfica 8). Seguidamente partiendo del centro del gráfico, se trazan líneas radiales que intercepten la línea del día en la hora deseada, prolongándola hasta el círculo exterior donde se leen los azimuts. Veamos por ejemplo, en la Gráfica 8 se desea saber que azimut y altitud tendrían los rayos solares a las 10:00 de la mañana el 22 de diciembre. Partiendo del centro, se traza una línea que toque el punto donde se interceptan las líneas 22 de dic. y 10 AM., en este punto se lee la altitud en los círculos concéntricos:  $43^\circ$ ; prolongando la línea, se lee el azimut  $141^\circ$ .

De la manera descrita anteriormente, se han trazado las líneas para cada dos horas, pues mayor precisión no es necesaria para conocer la posición solar a lo largo del día. Es de hacer notar que la incidencia solar este día será la más crítica para esa situación.

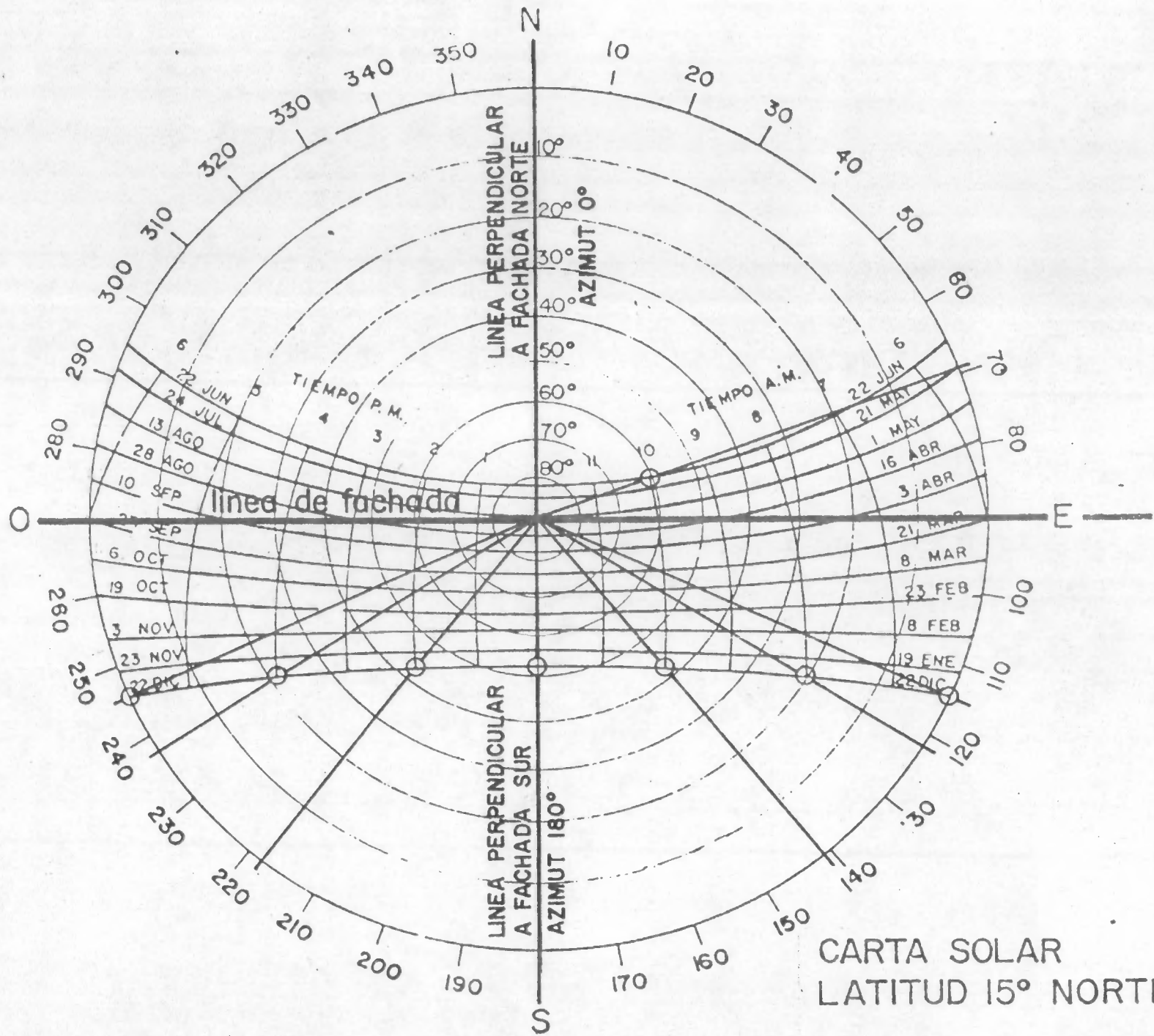
Para el 22 de junio se procede de igual manera, en la Gráfica 8 se buscó para este día únicamente los datos para las 10:00 AM, que se utilizan en el ejemplo más adelante.

Luego de tener preparada una tabla de datos (ver Gráfica 9), se procederá a pasar estos a un croquis del diseño, que tenga su orientación correcta para poder medir los azimuts, y una sección del mismo para medir las altitudes.

En la Gráfica 9 se ha elaborado un ejemplo de penetración de los rayos solares, para una edificación con fachadas al norte y al sur, el ejemplo es para los días 22 de diciembre y 22 de junio a las 10 AM. Se ha puesto adrede una ventana grande de sillar pequeño para visualizar mejor la penetración de los rayos.

Por lo regular, estos croquis se elaboran para cada 2 horas, seguidamente se llega a un resumen donde se aprecia el soleamiento durante todo el día, lo cual ya con soluciones específicas se procede a neutralizar o proteger. Ver gráfica 9A



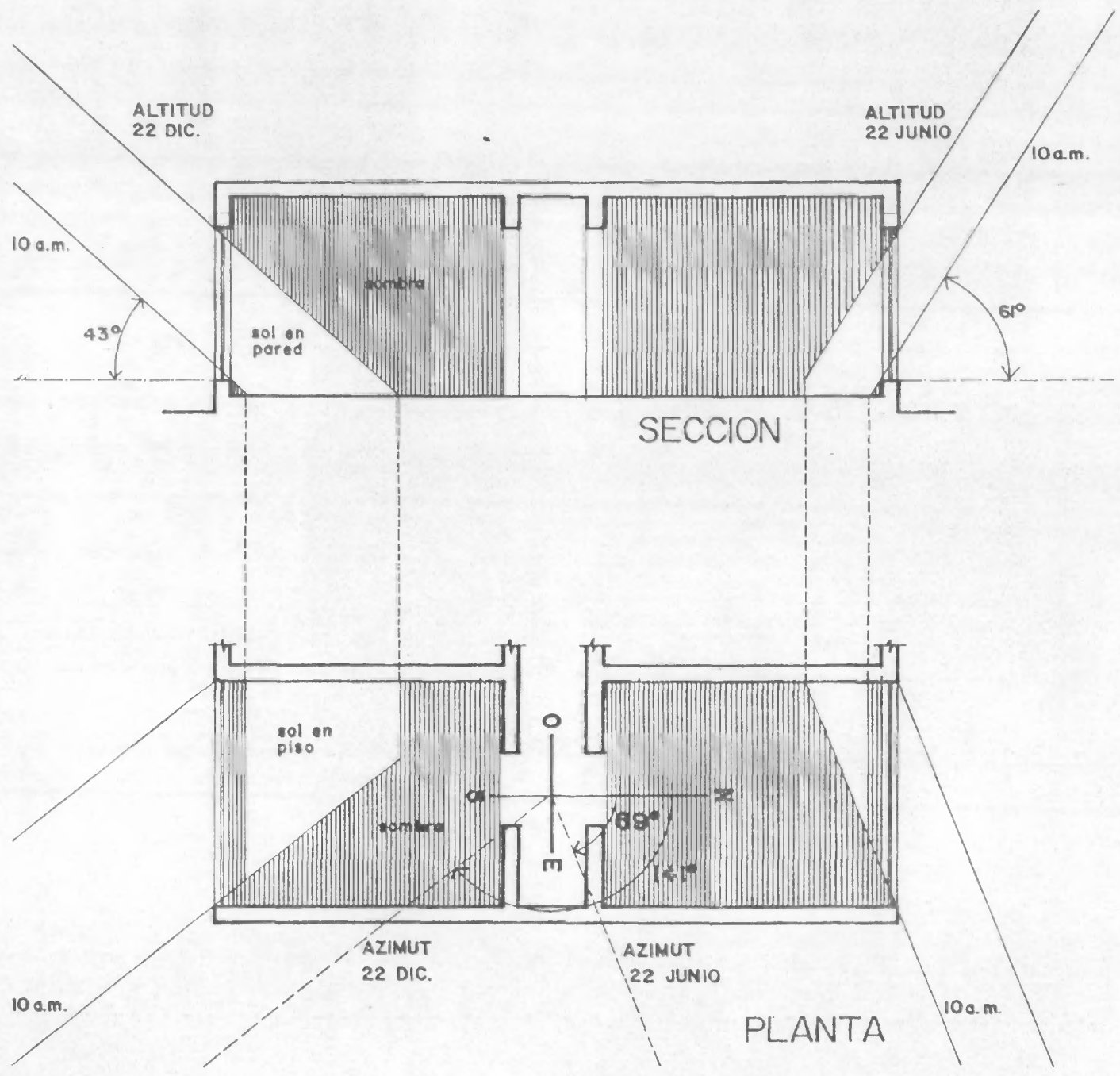


CARTA SOLAR  
LATITUD 15° NORTE



# ANGULOS DE INCIDENCIA SOLAR

## EJEMPLO A LAS 10 AM PARA EL 22 DE DICIEMBRE Y 22 DE JUNIO



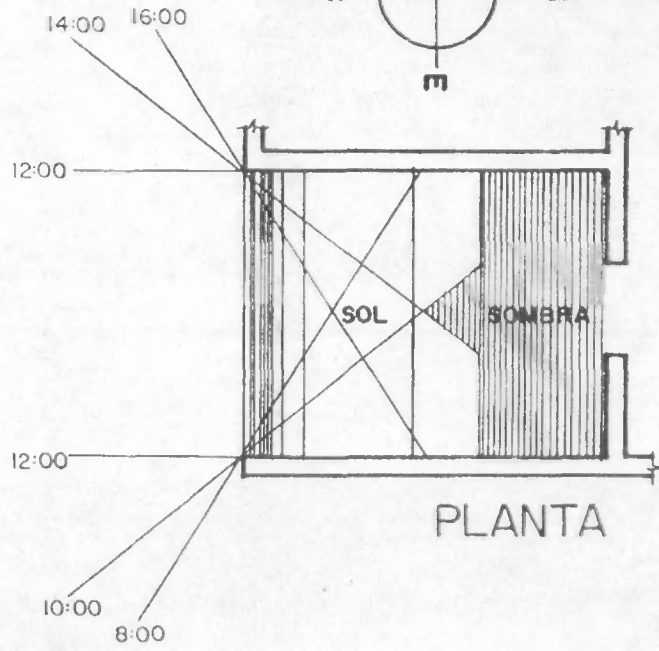
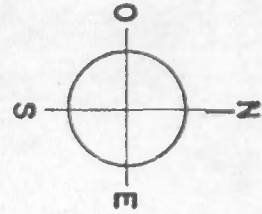
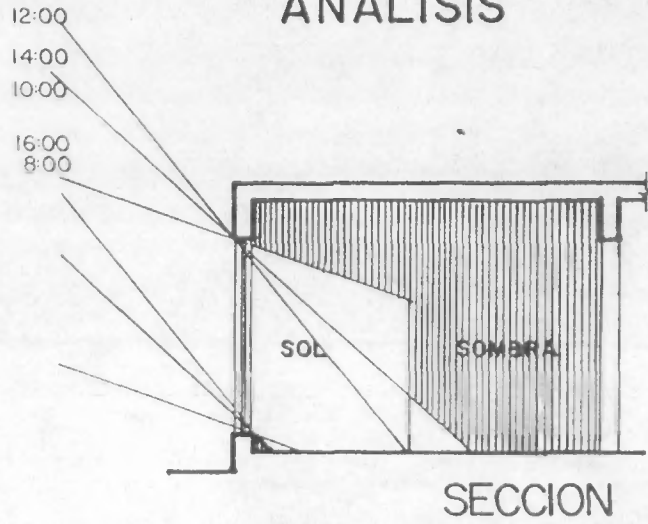
22 DE DIC.		
HORA	AZIMUT	ALTITUD
6:30	115°	0°
8:00	122°	20°
10:00	141°	43°
12:00	180°	52°
14:00	218°	43°
16:00	237°	20°
17:30	245°	0°

salida  
puesta

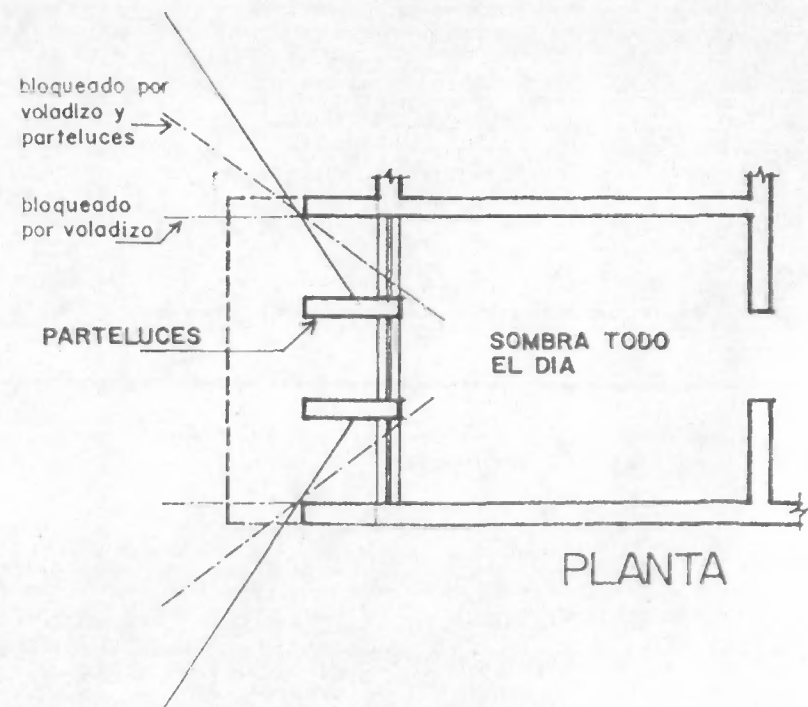
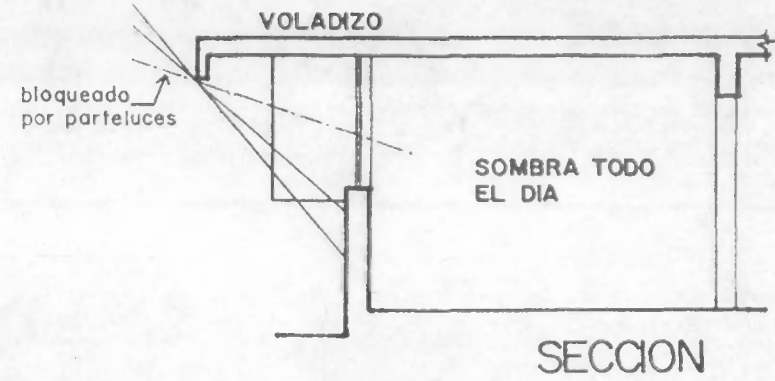
22 DE JUNIO		
HORA	AZIMUT	ALTITUD
5:30	65°	0°
6:00	67°	6°
8:00	72°	34°
10:00	69°	61°
12:00	0°	82°
14:00	291°	61°
16:00	288°	34°
18:00	293°	6°
18:30	295°	0°

salida  
puesta

### ANALISIS



### SOLUCION



### 1.3 ZONA DE CONFORT

"La expresión "CONFORT" en el contexto del diseño climático denota las condiciones en que una persona puede realizar tareas eficientemente y descansar o dormir adecuadamente de manera que su cuerpo pueda recuperarse por entero de la fatiga causada por las labores diarias" (7) El bienestar fisiológico guarda estrecha relación con la pérdida del exceso de calor producido por el metabolismo y el trabajo muscular. El exceso de calor puede eliminarse del cuerpo mediante el contacto directo con otros cuerpos más fríos; por movimiento de aire; por la irradiación a otros objetos sólidos circundantes y la evaporación del sudor sobre la piel. La realización o no de esos procesos físicos de protección corporal dependen del clima. Por el movimiento de aire la pérdida de calor solo es posible cuando la temperatura del aire es más baja que la de la piel, y es acelerada cuando este aire está en movimiento. Cuando el cuerpo está expuesto al sol, absorbe calor por radiación. Puesto a la sombra y rodeado de superficies frías pierde calor por irradiación a esas superficies. La pérdida de calor por el sudor depende de la humedad del aire; los climas secos facilitan las pérdidas de calor por evaporación y los climas húmedos las dificultan.

De todo esto deducimos que la temperatura del aire, el movimiento del aire, la humedad, la precipitación y la radiación solar, son las características climáticas dominantes que afectan el confort humano.

Sin embargo, por la naturaleza adaptable del ser humano, el concepto de confort es su mamente subjetivo. La idea de bienestar ha de variar de una región a otra y de una persona a otra. Pero diversos estudios han demostrado que en iguales condiciones las personas de un determinado lugar, se manifiestan en gran porcentaje confortables y cómodas dentro de un margen de temperaturas. Los habitantes de lugares calurosos, prefieren temperaturas más elevadas que los que viven en lugares fríos. Se ha llegado a coincidir también en cuanto a los límites superiores de confort durante el día, y los límites inferiores de confort durante la noche. De acuerdo con esto, se pueden calcular también límites aproximados de confort para diferentes regiones, siempre que se cuente con los datos climáticos necesarios.

(7) Naciones Unidas. Op. cit. pag. 15.

#### 1.4 LOS CUADROS DE MAHONEY

El método de análisis climático de los cuadros de Mahoney, no es el único para llegar a este tipo de conclusiones, pero es un método práctico, como se verá más adelante, y que no exige que se planteen hipótesis previas, ya que reuniendo un cierto número de datos climáticos, fácilmente accesibles y colocándolos en unos cuadros para luego compararlos con los márgenes ideales de la "Zona de confort", identifica plenamente grupos de problemas climáticos dominantes, lo cual proporciona indicadores que son un gran apoyo a la hora de tomar decisiones tanto en la fase del croquis como en el desarrollo del proyecto. Aún así, no debe ser considerado como un sustituto de las decisiones del diseñador, sino como una guía para adoptar esas decisiones sin restringir indebidamente la libertad del proyectista. Este método es el resultado de una serie de trabajos llevados a cabo por el Departamento de estudios tropicales y de desarrollo de la Asociación de Arquitectura de Londres; y de los cuadros de Carl Mahoney establecidos en el curso de un proyecto de construcciones escolares del Banco Internacional de reconstrucción y fomento.(7)

Luego de identificar la situación geográfica con sus registros meteorológicos, se transcriben en los CUADROS 1M y 2M los datos climáticos más esenciales: temperatura del aire, humedad, lluvia y viento, dirigiendo y definiendo la extensión de la investigación de datos. El CUADRO 3M facilita un diagnóstico del clima. El CUADRO 4M desarrolla una serie de indicadores que el CUADRO 5M traslada a especificaciones de funcionamiento o recomendaciones para el diseño esquemático (croquis). El CUADRO 6M precisa estas recomendaciones, determinando formas y dimensiones en el diseño de elementos. La descripción del procedimiento de los cuadros es esta:

##### CUADRO 1M TEMPERATURA DEL AIRE

- 1.- Se anotan en las dos primeras líneas los valores de temperaturas máximas y mínimas medias mensuales. (se pueden redondear los valores al 0.5°C más próximo.).
- 2.- Se encuentra la variación media mensual entre los valores máximo medio y mínimo medio (primera línea menos la segunda), y se anotan en la tercera línea.
- 3.- En la casilla situada a la derecha se anotan el más alto de los doce valores máximos y el más bajo de los doce valores mínimos.
- 4.- Se suman estos dos valores y se divide el resultado por dos, con lo que se obtiene la temperatura media anual y se anota este valor en la casilla designada mediante TMA.
- 5.- Se halla la diferencia entre estos dos valores, que nos da la variación media anual: VMA.

(7) Naciones Unidas. Op.cit. P. 14.



CUADRO 1M Temperatura del aire (°C)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Más alta TMA
Máximas medias mensuales													
Mínimas medias mensuales													
Variaciones medias mens.													Más VMA baja

CUADRO 2M Humedad, lluvia y viento

Humedad Relativa: %	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Máximas medias mens. A.M.													
Mínimas medias mens. P.M.													
Promedio													
Grupo de Humedad													
Pluviosidad (mm)													
Viento Dominante													
Secundario													

Tabla de Límites de confort

Promedio de HR (porcentaje)	GH	TMA Superior a 20°C		TMA 15 a 20°C		TMA Inferior a 15°C		GH
		Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
		0-30	1	26-34	17-25	23-32	14-23	
30-50	2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12-20	2
50-70	3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12-19	3
70-100	4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18	4



CUADRO 2M HUMEDAD, LLUVIA Y VIENTO

- 1.- De los registros meteorológicos, se anotan los valores máximos medios mensuales (lecturas matutinas), y los mínimos medios mensuales (lecturas tomadas después del mediodía) de la humedad relativa (HR) en las dos primeras líneas.
- 2.- Se anota el promedio de humedad de cada mes sumando estos dos valores y dividiendo por dos. Esto se hace en la tercera línea. (si no se cuenta con los valores máximos y mínimos, pero se tiene el promedio, es suficiente).
- 3.- Se establece el "grupo de humedad" de cada mes (1,2,3 ó 4) según las categorías siguientes:
  - HR media: por debajo del 30% = grupo 1
  - del 30 al 50% = grupo 2
  - del 50 al 70% = grupo 3
  - por encima del 70% = grupo 4
- 4.- Se anotan los valores medios mensuales de agua de lluvia (pluviosidad en mm). Sumando estos valores, se encuentra el agua de lluvia total anual y se coloca este valor en la casilla separada al final de esta línea.
- 5.- Anotar las direcciones del viento dominante y secundario en cada mes, basándose en los picos primero y segundo de las tablas o cifras de frecuencia de vientos. Es suficiente poner los rumbos de la rosa de los vientos: N, NNE, NE, ENE, E, etc.

CUADRO 3M DIAGNOSIS DEL RIGOR CLIMATICO

- 1.- Repetir en la primera línea en cada mes, los grupos de humedad del cuadro 2M.
- 2.- Se anota la temperatura media anual (TMA) del cuadro 1M.
- 3.- Registrar los límites de confort durante el día y durante la noche, tomados de la Tabla de límites de confort (adjunta), con el empleo del grupo de humedad apropiado y la correspondiente oscilación de la TMA: es decir, más de 20°C, entre 15 y 20°C ó menos de 15°C.
- 4.- Comparar las máximas medias mensuales con los límites de bienestar diurnos, y las mínimas medias mensuales con los límites nocturnos, y se anotan los siguientes símbolos que corresponden a la calificación del rigor térmico:

Temperatura superior a los límites de bienestar.... C (caluroso)  
Dentro de los límites de bienestar..... - (confort)  
Temperatura inferior a los límites de bienestar.... F (frío)

CUADRO 3M Diagnósis del rigor climático

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Grupo de humedad												
Temperatura °C												
Max. medias mensuales												
Bienestar de día												
Máximo												
Mínimo												
Min. medias mensuales												
Bienestar de noche												
Máximo												
Mínimo												
Rigor Térmico												
Día												
Noche												

CUADRO 4M Indicadores

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tota les
Humedad													
H1 Mov. de aire indispensable													
H2 Mov. aire conveniente													
H3 Protección contra lluvia													
Aridez													
A1 Almacenamiento térmico													
A2 Dormir al aire libre													
A3 Problemas estación fría													

Algunos grupos de síntomas (naturaleza de la tensión térmica, algunas características del clima y la duración de ambos fenómenos) indican la acción que debe tomar el proyectista para remediarlo. Esos grupos se denominan indicadores, el método utiliza seis, tres indicadores húmedos y tres indicadores áridos. El procedimiento a seguir consiste en comprobar en el CUADRO 3M los índices de rigor térmico (diurno y nocturno); del CUADRO 2M el grupo de humedad y el agua de lluvia; y del CUADRO 1M la diferencia media mensual de temperatura, frente a la definición de los indicadores, colocando una marca en la línea del indicador apropiado, donde los datos del mes correspondan a la definición.

En la última columna (totales), se anota el número de meses en que es aplicable cada indicador.

Indicadores de humedad:

- H1 Indica que el movimiento de aire es indispensable. Se aplica cuando una temperatura elevada (rigor térmico de día = C) se combina con una alta humedad (GH = 4) o cuando la temperatura elevada (rigor térmico de día = C) se combina con una humedad moderada (GH = 2 ó 3) y una pequeña variación diurna (VD inferior a 10°C);
- H2 Indica que es conveniente el movimiento de aire. Se aplica cuando las temperaturas dentro de los límites de confort (rigor térmico de día = -) se combinan con una humedad elevada (GH = 4);
- H3 Indica que es necesario adoptar precauciones contra la penetración de la lluvia. Podría plantearse el problema incluso con cifras bajas de precipitaciones, pero serán ineludibles esas precauciones cuando la pluviosidad exceda de 200 mm por mes.

Indicadores de aridez

- A1 Indica la necesidad de almacenamiento térmico. Se aplica cuando coincide una fuerte variación diurna (10°C o más) con una humedad moderada o baja (GH = 1, 2 ó 3).

- A 2 Indica la conveniencia de disponer espacio para dormir al aire libre. Resulta necesario cuando la temperatura nocturna es elevada (rigor térmico de noche = C) y la humedad es escasa (GH = 1 ó 2). Podría ser necesario también cuando las noches son confortables al aire libre pero en el interior de las casas hace mucho calor como consecuencia de un fuerte almacenamiento térmico (es decir, día = C, noche = -, grupo de humedad = 1 ó 2 y cuando la variación diurna es superior a 10°C;
- A 3 Indica que existen problemas de invierno o de estación fría. Ocurre esto cuando la temperatura de día desciende por debajo de los límites de bienestar (rigor térmico de día = F).

#### CUADRO 5M RECOMENDACIONES PARA EL CROQUIS

El CUADRO 5M da al proyectista las especificaciones que resultan de los indicadores anteriores. Las especificaciones recomendadas se agrupan bajo los ocho encabezamientos:

Trazado o distribución	Muros
Separación	Cubiertas
Movimiento del aire	Dormitorios exteriores
Aberturas	Resguardo de la lluvia

Los encabezamientos están enumerados y se da una breve descripción de ellos en el cuadro. Las etapas a seguir son las siguientes:

- 1.- Se transfieren los totales de los indicadores del CUADRO 4M
- 2.- Donde el total del indicador cae entre valores dados en el CUADRO 5M, se coloca una marca frente al encabezamiento de especificación en la misma línea.
- 3.- En algunos casos puede existir una posibilidad de opción, es decir, recomendaciones 1 ó 2, 6 ó 7 y 7 u 8. En tales casos, la elección se hará en la primera a la que se llegue cuando se observa el cuadro de izquierda a derecha.
- 4.- En otros casos la primera coincidencia seleccionará dos encabezamientos. En este caso se continuará más hacia la derecha, el próximo indicador dará la elección definitiva.



CUADRO 5M Recomendaciones para el croquis

Totales de los indicadores del cuadro 4M						Recomendaciones	
Húmedo			Arido				
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
						Distribución o trazado	
			0-10			1	Orientación norte-sur (eje mayor este-oeste) para reducir la exposición al sol
			11ó12		5-12		
					0-4	2	Planificación compacta con patio
						Separación	
11ó12						3	Separación amplia para penetración de brisa
2-10						4	Como 3, pero protegido del viento cálido o frío
0ó1						5	Distribución compacta
						Movimiento de aire	
3-12						6	Habitaciones en una sola fila, provisión permanente del movimiento del aire
1 ó 2			0-5				
			6-12			7	Habitaciones en fila doble, provisión temporal del movimiento del aire
0	2-12					8	No se necesita movimiento de aire
	0ó1						
						Aberturas	
			0 ó 1		0	9	Aberturas grandes 40 - 80% muros N y S
			11 ó 12		0 ó 1	10	Aberturas muy pequeñas 10 - 20 %
	Cualquier otra condición					11	Aberturas medias 20 - 40 %
						Muros	
			0-2			12	Muros ligeros, tiempo corto de retardo térmico
			3-12			13	Muros internos y externos pesados
						Cubiertas	
			0-5			14	Cubiertas ligeras, aisladas
			6-12			15	Cubiertas pesadas, más de 8 horas de retardo ter.
						Dormitorios exteriores (al aire libre)	
				2-12		16	Se necesita espacio para dormitorios exteriores
						Resguardo de la lluvia	
		3-12				17	Necesaria protección contra la lluvia copiosa.

Dominantes

Secundarios



## CUADRO 6M RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS

En las fases anteriores de este análisis, ya se ha llegado a un acuerdo global en el diseño, resumido en las recomendaciones para el croquis que nos da el CUADRO 5M. Este cuadro se ha desarrollado hasta una etapa en que cada cosa influye, no solo desde el punto de vista climático, por lo que es conveniente examinar de nuevo cada elemento con mayor precisión para determinar sus funciones y formas mas detalladamente.

Esto se hace con dos objetivos principales: precisar formas y dimensiones de elementos no diseñados y para los que solo existen especificaciones de su función; y examinar de nuevo los elementos ya convenidos anteriormente, para los casos en que existan discrepancias o dudas en su función.

En la última columna hacia la derecha del CUADRO 6M, se describen brevemente las recomendaciones de las seis características principales de los elementos de un edificio:

Tamaño de las aberturas	Muros y suelos
Posición de las aberturas	Cubiertas
Protección de las aberturas	Características externas

El procedimiento para usar el cuadro es el siguiente:

- 1.- Anotar los totales de los indicadores, como se hizo en el CUADRO 5M;
- 2.- Chequear si el total del indicador cae entre los valores dados debajo de él en la misma columna, colocar una contraseña (X) a la derecha del apartado, en la casilla a la par del número en la misma línea.
- 3.- Los apartados que se refieren a la misma característica se excluyen mutuamente, sólo puede haber una recomendación para cuatro de las seis características (las excepciones son "protección de las aberturas" y "características externas").

Si hubiera alguna contradicción o discrepancia entre las recomendaciones de los cuadros 5 y 6, prevalecerá el criterio de las recomendaciones del CUADRO 6M. Como en el caso del tamaño de las aberturas.

CUADRO 6M Recomendaciones para el diseño de elementos

Totales de los indicadores del cuadro 4M						Recomendaciones	
Húmedo			Arido				
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
						Tamaño de las aberturas	
			0 ó 1		0	1	Grande 40-80% de muros N y S
					1-12	2	Medio 25-40% de la superficie del muro
			2-5				
			6-10			3	Mixtos 20-35% de la superficie del muro
			11 ó 12		0-3	4	Pequeño 15-25% de la superficie del muro
					4-12	5	Medio 25-40% de la superficie del muro
						Posición de las aberturas	
3-12						6	En las paredes norte y sur a la altura del cuerpo y a barlovento (lado expuesto al viento)
			0-5				
1-2			6-12			7	Como anteriormente, y aberturas también en las paredes interiores
0	2-12						
						Protección de las aberturas	
					0-2	8	Evitar la luz solar directa
		2-12				9	Proteger de la lluvia
						Muros y suelos	
			0-2			10	Ligeros, baja capacidad térmica
			3-12			11	Pesados, tiempo de retardo de más de 8 horas
						Cubiertas	
10-12			0-12			12	Ligeras, superficie reflectora, cámara
			3-12			13	Ligeras, bien aisladas
			0-5				
0-9			6-12			14	Pesadas, tiempo de retardo de unas 8 horas
						Características externas	
				1-12		15	Espacio para dormir al exterior
		1-12				16	Adecuado drenaje para la lluvia

## 1.5 TRANSMISION TERMICA DE MATERIALES

El conocimiento de las características de transmisión periódica del calor de los diversos tipos de materiales y elementos constructivos, permite al proyectista seleccionar los muros y cubiertas más adecuados según el tipo de clima, para poder mantener en el interior de las edificaciones temperaturas confortables.

Por otra parte, ahondar demasiado en el campo de la termodinámica y la calorimetría, sería innecesario para los objetivos de este trabajo. Pero sí se considera necesario explicar algunos aspectos relativos a la transmisión térmica en los materiales.

La transmisión de calor en materiales y elementos constructivos, se puede llevar a cabo mediante los procesos físicos de: conducción, convección, radiación, evaporación y condensación: (9)

CONDUCCION: Paso de calor de moléculas calientes a frías (cuerpo o cuerpos en contacto directo).

CONVECCION: Paso de calor junto con flujo de moléculas calientes a través de la masa (movimiento corporal del medio que lo contiene, o portador, usualmente un gas, aire o líquido).

RADIACION: Transferencia de calor a través del espacio por ondas electromagnéticas (depende de la diferencia de temperaturas de las superficies emisoras y receptoras de cuerpos en proximidad, y en las cualidades que tengan estos para emitir, absorber y reflejar).

EVAPORACION Y CONDENSACION: Involucra cambios de estado (líquido a gas o viceversa, con absorción o emisión de calor)

La energía solar llega en forma de radiación, se absorbe en las superficies externas y pasa a través del material por conducción. Si el elemento constructivo contiene espacios de aire, el calor pasa a través de los mismos por convección y radiación y sigue por conducción hasta transferirse al aire interior por convección y a otras superficies internas por radiación.

Las propiedades que afectan el paso de calor hacia dentro o fuera de una edificación son:

(9) Conceptos básicos tomados de: Beltranena Matheu E. Ing. "curso de materiales de construcción" Pags. 37,38.

- La conductividad térmica, resistencia y transmitancia térmica.
- Las características superficiales de absorptividad, reflectividad y emisividad (propiedad de las superficies de absorber, reflejar y emitir)
- El coeficiente superficial de conductancia del aire.
- La capacidad de calor
- La transparencia a la radiación.

La resistencia a la transmisión de calor en los materiales (R), es la relación entre su espesor y su conductividad térmica (K), la cual es una medida del material para transmitir calor; se expresa como flujo de calor en vatios por metro cuadrado de área para una diferencia de temperatura de un grado centígrado por metro de espesor y se expresa como: (9)

$$K = \frac{W M}{M^2 \text{ } ^\circ\text{C}} = W / M \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{esto implica que:} \quad R = \frac{\text{espesor (M)}}{K (W/M \text{ } ^\circ\text{C})} = W / M^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La transmitancia térmica (valor U), es una propiedad de un elemento o componente de la edificación de espesor dado. Se define como la cantidad de calor que pasará por unidad de área, en un tiempo unitario por unidad de diferencia de temperatura del aire en ambos lados del elemento. Se calcula del recíproco de la suma de las resistencias térmicas de cada capa del elemento y de las resistencias de las superficies internas y externas y de cada espacio de aire o cavidad. Se expresa como:

$$U = \frac{1}{R} = W / M^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En elementos compuestos, el valor U puede calcularse del recíproco de la suma de las resistencias de las varias capas que lo componen, de las resistencias de las superficies internas y externas y de los espacios de aire ventilados y no ventilados.

En los siguientes cuadros, del 1 al 4, se dan los valores de resistencia de superficies y cavidades. En el cuadro 5, se dan valores de conductividad térmica (K) de materiales de albañilería según su densidad bruta. En el cuadro 6, se dan valores de (K) de algunos materiales comunmente usados en nuestro medio.

(9) Beltranena Matheu Ing. Op. cit. Valores de transmitancia (U) normalizados para Guatemala.



CUADRO 1 RESISTENCIA SUPERFICIAL INTERNA (Rsi)

Elemento	Emisividad Superficial (1)	Flujo de Calor	Rsi m <sup>2</sup> °C/W
Paredes	alta	horizontal	0.123
	baja	horizontal	0.304
Cielos o techos planos o inclinados	alta	hacia arriba	0.106
	baja	hacia arriba	0.218
Cielos y entrepisos	alta	hacia abajo	0.150
	baja	hacia abajo	0.562

- (1) Emisividad alta: Todos los materiales normales en construcción incluyendo vidrio  
 Emisividad baja: Superficies metálicas no tratadas o no pintadas; ej: aluminio, acero galv.

CUADRO 2 RESISTENCIA SUPERFICIAL EXTERNA (Rse) (2)

Elemento	Emisividad Superficial (3)	GRADO DE CUBIERTO	DE EXPOSICION Normal	(4) Severo
Pared	alta	0.08	0.055	0.03
	baja	0.11	0.067	0.03
Techo	alta	0.07	0.045	0.02
	baja	0.09	0.053	0.02

- (2) Independiente de la orientación.  
 (3) Emisividad alta: todos los materiales normales en construcción incluyendo vidrio  
 Emisividad baja: Superficies metálicas no tratadas o no pintadas; ej: aluminio, acero galv.  
 (4) Grados de exposición:  
 Cubierto: hasta el tercer piso inclusive zonas urbanas densas.  
 Normal: Construcciones urbanas en zonas poco densas, suburbanas y el campo, del cuarto a octavo piso en zonas urbanas densas.  
 Severo: Construcciones expuestas en laderas; del 5o. piso en adelante en zonas suburbanas o en el campo. Del noveno piso en adelante en zonas urbanas densas.



CUADRO 3 RESISTENCIA DE CAVIDADES DE AIRE NO VENTILADAS (R<sub>cav</sub>) (1)

Tipo de espacio de aire Espesor	emisividad superficial	R <sub>cav</sub> m <sup>2</sup> °C/W	
		FLUJO DE CALOR horizontal o hacia arriba	hacia abajo
5 mm	alta	0.11	0.11
	baja	0.18	0.18
20 mm ó más	alta	0.18	0.21
	baja	0.35	1.06
Sup. alta emisividad, láminas corrugadas en contacto		0.09	0.11
Sup. baja emisividad, aislamiento de película de aluminio con espacio de aire en un lado.		0.62	1.76

(1) Incluyendo superficie limitante interna

CUADRO 4 RESISTENCIA DE CAVIDADES DE AIRE VENTILADAS (R<sub>cav</sub>) (1)

Espesor espacio de aire: 20 mm mínimo	R <sub>cav</sub> m <sup>2</sup> °C/W
Espacio de aire entre revestimiento de asbesto-cemento ó metal pintado de negro, con juntas no selladas y superficiales de alta emisividad hacia el espacio de aire	0.16
Como el anterior, pero con superficie de baja emisividad hacia el espacio de aire.	0.30
Espacio entre cielo falso y cubierta inclinada de asbesto-cemento o metal negro.	0.14
Como el anterior pero con cubierta de aluminio en lugar de metal negro, o con superficie de baja emisividad sobre el cielo falso	0.25
Espacio entre cielo falso y cubierta inclinada de teja plana u ondulada.	0.11
Espacio de aire entre teja plana u ondulada y fieltro asfáltico, membrana impermeable o papel impregnado, en techos inclinados.	0.12

Fuente: Beltranena Matheu E. Op. cit. p. 4.

CUADRO 5 CONDUCTIVILIDAD TERMICA DE MATERIALES DE ALBAÑILERIA W/m °C (1)

Densidad Bruta/seca Kg/m <sup>3</sup>	Contenido de humedad en % por volumen						
	Protegidos de la lluvia				Expuestos a la lluvia		
	1 %	3 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
200	0.09	0.11	0.12	0.15	0.16	0.18	0.19
400	0.12	0.15	0.16	0.19	0.22	0.24	0.25
600	0.15	0.19	0.20	0.24	0.27	0.29	0.32
800	0.19	0.23	0.26	0.31	0.34	0.37	0.40
1000	0.24	0.30	0.33	0.39	0.43	0.47	0.51
1200	0.31	0.38	0.42	0.50	0.56	0.61	0.66
1400	0.42	0.51	0.57	0.68	0.76	0.82	0.89
1600	0.54	0.66	0.73	0.87	0.98	1.06	1.14
1800	0.71	0.87	0.96	1.15	1.28	1.39	1.50
2000	0.92	1.13	1.24	1.49	1.66	1.80	1.95
2200	1.18	1.45	1.60	1.91	2.13	2.31	2.50
2400	1.49	1.83	2.00	2.41	2.69	2.92	3.15

(1) Para los materiales comunes en albañilería, como barro cocido, concreto denso o liviano, adobe ó suelo-cemento, etc., la conductividad varía con la densidad y con el contenido de humedad.

Los valores dados son K promedio. Siempre que sea posible debe usarse los valores de K medidos.

Fuente: Beltranena Matheu E. Op. cit. Valores de transmitancia (U) normalizados para Guatemala. p. 5

CUADRO 6 CONDUCTIVIDAD DE ALGUNOS MATERIALES COMUNMENTE USADOS EN CONSTRUCCION (W/m °C)

M A T E R I A L	Peso Unitario Kg/m <sup>3</sup>	K (W/m °C)			K (W/m °C)		
		Interiores - Clima Seco - natural - humedo			Exteriores - Clima Seco - natural - humedo		
Ladrillo barro cocido macizo	1600	0.54	0.66	0.37	0.66	0.73	1.06
Repellos o cernidos:							
Cal-arena amarilla o blanca	900	0.21	0.26	0.30	0.26	0.30	0.42
Cal-arena de río	1700	0.63	0.77	0.96	0.63	0.77	1.28
Cemento-arena amarilla o blanca	1100	0.27	0.34	0.45	0.34	0.45	0.54
Cemento-arena de río	1900	0.82	1.00	1.32	1.00	1.32	1.47
Concreto normal: a)	2200	1.18	1.45	1.60	1.45	1.60	1.91
(dos tipos en función del peso) b)	2400	1.99	1.83	2.00	1.83	2.00	2.41
Concreto liviano: a)	800	0.19	0.26	0.31	0.26	0.31	0.37
(Pómez) dos tipos en función del peso b)	1200	0.31	0.42	0.50	0.42	0.50	0.61
Suelo cemento: a)	1400	0.42	0.51	0.68	0.51	0.68	0.82
(tres tipos en función del peso) b)	1600	0.54	0.66	0.87	0.66	0.73	1.06
c)	1800	0.71	0.87	1.15	0.87	1.15	1.39
Lámina de asbesto-cemento	1900	0.82	1.00	1.32	1.00	1.32	1.59
Lámina galvanizada	--	53.4	55.0	58.0	55.0	58.0	62.0
Teja de barro	1600	0.54	0.66	0.87	0.66	0.73	1.06
Paja	--	0.11	0.15	0.22	0.15	0.22	0.25
Fibra de madera prensada (Tablex)	--	0.20	0.25	0.31	0.25	0.31	0.37
Viruta de madera con cemento (Aguilit)	--	0.29	0.40	0.50	0.40	0.50	0.60
Madera contrachapada (Plywood)	--	0.13	0.18	0.24	0.18	0.24	0.31
Madera de pino o ciprés (Seca al aire)	--	0.16	0.21	0.28	0.21	0.28	0.35

Fuente: Beltranena Matheu E. Op. cit. Valores de transmitancia (U) normalizados para Guatemala. p.6

Para encontrar los valores U deseados según los requerimientos del clima, se transcriben los valores de H1 y A1 encontrados en los cuadros de Mahoney, al cuadro de Recomendaciones relativas al comportamiento térmico. Dichos valores U, responden a los requerimientos de porcentaje de radiación solar total incidente en la superficie de la construcción (Factor de calor solar); y al retardo en los períodos de calentamiento y enfriamiento y del ciclo del flujo de calor (Tiempo de transmisión térmica).

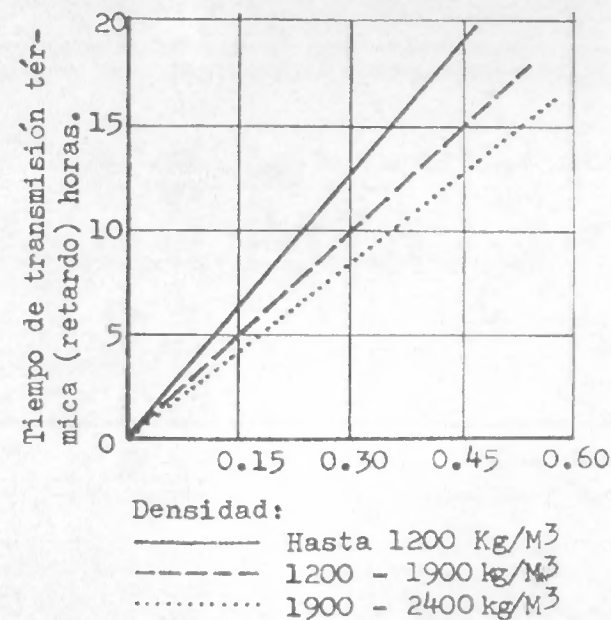
Por otra parte, la gráfica del Tiempo de transmisión térmica nos indica el espesor estimado de los elementos constructivos de acuerdo a su densidad y al tiempo de transmisión requerido. Esto puede ser bastante útil en cálculos estimativos preliminares, o cuando se desee saber el espesor necesario de un elemento de algún material no usual o no descrito en este trabajo.

En la página siguiente se dá un ejemplo de resistencia a la transmisión de calor de un elemento constructivo, un muro, en el cual se han tomado en cuenta todos los conceptos aquí vertidos.

RECOMENDACIONES RELATIVAS AL COMPORTAMIENTO TERMICO (7)

Indicador		Recomendaciones			
H1	A1	Construcción	Valor "U"	Factor de calor solar	Tiempo de transmisión térmica
Muros exteriores					
	0-2	Ligeros	2.8	4	Max. 3 horas
	3-12	Pesados	2.0	4	Min. 8 horas
Cubiertas					
10-12	0-2	Ligeras	1.1	4	Max. 3 horas
	3-12	Ligeras y Aisladas	0.85	3	Max. 3 horas
0-9	0-5	Aisladas	0.85	3	Max. 3 horas
	6-12	Pesadas	0.85	3	Min. 8 horas

TIEMPO DE TRANSMISION TERMICA (7)



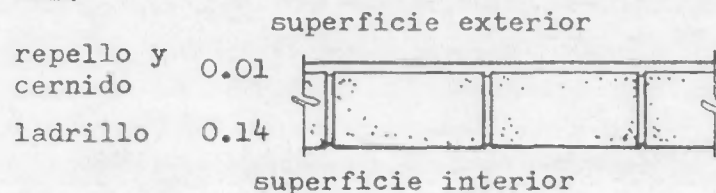
(7) Fuente: Naciones Unidas. Op. cit. p.82



CUADRO 6A PESO Y CONDUCTIVIDAD DE ALGUNOS MATERIALES QUE NO APARECEN EN EL CUADRO 6

Material	(10) Peso Kg/M <sup>3</sup>
Adobe	1600
Piedra labrada:	
Granito	2650
Calcárea, mármol	2550
Arenisca, piedra azul	2250
Piedra bruta:	
Granito	2500
Calcárea, mármol	2400
Arenisca, piedra azul	2100
Cemento portland fraguado	2950
Block	1400 (11)
	Valores K (12)
Planchas de corcho	0.043
Fibra de vidrio	0.034
Fibra mineral (fieltro)	0.037
Fibra mineral (planchas rígidas)	0.049
Planchas de poliestireno	0.033
Lana mineral	0.093

EJEMPLO DE RESISTENCIA A LA TRANSMISION DE CALOR EN UN MURO COMUN DE LADRILLO A SOGA, CON LA CARA EXTERIOR REPELLADA Y CERNIDA . PARA UN CLIMA TEMPLADO O NATURAL, Y CON UN GRADO NORMAL DE EXPOSICION A LOS RAYOS DEL SOL.



$$\begin{aligned}
 & \text{Resistencia superficial exterior} \dots \text{W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \dots 0.055 \\
 & \text{Resistencia repello y cernido} \dots 0.033^* \\
 & \text{Resistencia ladrillo :} \\
 & R = \frac{0.14 \text{ M}}{0.73 \text{ W/M } ^\circ\text{C}} = 0.192 \dots 0.192 \\
 & \text{Resistencia superficial interior} \dots 0.123 \\
 & \text{(Rt) Resistencia total} \dots 0.403
 \end{aligned}$$

$$\text{Valor "U"} = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0.403} = 2.48$$

\* Valor resultante de:

$$R = \frac{0.01 \text{ M}}{0.30 \text{ W/M } ^\circ\text{C}}$$

(10) Fuente: Barbará Z. Fernando Arq. "Materiales y procedimientos de construcción" p. 594

(11) Valor tomado de: "Evaluación de las normas cocuanor sobre bloques huecos de hormigón en relación a su aplicación local y propuestas de revisión de las mismas". Jacobs Mazariegos Eric.

(12) Valores tomados de: "Intercambio de calor en los edificios". Curso de Control ambiental I



## 2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA ZONA SECA ORIENTAL.

El siguiente capítulo define en particular el problema a tratar. Delimita la zona física de estudio, ciudades y municipios con los mismos problemas climáticos. Clasifica sus variantes y describe las condiciones ambientales en base a la vegetación, elevación, precipitación, temperatura, etc. en lo que se llama "Zonas de Vida". Todo ello nos da una clara idea del entorno a tratar.

## 2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA ZONA SECA ORIENTAL

### 2.1 DELIMITACION

Al hablar de zona seca oriental, se podría pensar en una delimitación departamental de localización en donde se ubicarían 3 o más departamentos. Pero los objetivos de este trabajo, no son resolver problemas arquitectónicos relacionados con el clima para cierto número de departamentos con sus variaciones climáticas, pues serían muchas, debido a las diferencias en el relieve topográfico en una misma zona. Sino enfocar el problema hacia la característica climática más relevante; en nuestro caso, el clima cálido seco, que domina la región baja del valle del Motagua, y parte del departamento de Chiquimula; y sobre la cual se asientan las principales ciudades en esa área.

Para llegar a esta delimitación específica, se utilizó la regionalización del país para la clasificación de la vivienda tradicional, elaborada por el convenio CRN-USAC, y la cual basada en los componentes climáticos, la altura sobre el nivel del mar, calidad del suelo, población y aspectos culturales; que implican zonas de vida, producción, etc. divide al país en seis regiones principales: (13)

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. REGION CENTRAL                  | 4. REGION COSTERA DEL PACIFICO |
| 2. REGION DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL | 5. REGION SECA ORIENTAL        |
| 3. REGION DEL ALTIPLANO ORIENTAL   | 6. REGION NORTE                |

### 2.2 REGION SECA ORIENTAL

La región seca oriental, que es la que nos interesa, está delimitada en el mapa por el área central de El Progreso; la zona central y sur-oeste de Zacapa; el área noroeste de Chiquimula; el extremo este de Jalapa y el este de Jutiapa. (ver Grafica 10)

Esta región fué definida así precisamente por el tipo de clima cálido seco, con invierno seco y con una precipitación pluvial media anual de 500 a 1,000 mm; la altitud es entre 100 a 1,000 mts. sobre el nivel del mar. La temperatura media anual oscila entre 20 y 28°C a la sombra casi todo el año, con una humedad del 50%, una insolación media anual de 7.5 horas; con deficit de agua entre 8 y 12 meses; y con 40 a 60 días de lluvia al año únicamente,

(13) Convenio OEA-CRN-USAC: LA VIVIENDA POPULAR EN GUATEMALA, ANTES Y DESPUES DEL TERREMOTO DE 1976. Coordinadores del estudio: Arquitecto Hermes Marroquín, Arquitecto José Luis Gándara G. Editorial Universitaria. 1982.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION SECA ORIENTAL

SITUACION HABITACIONAL URBANO-RURAL

REGION	NUMERO DE VIVIENDAS	% CON RELACION AL PAIS	VIVIENDA URBANA	% CON RELACION A LA VIV. URBANA	VIVIENDA RURAL	% CON RELACION A LA VIV. RURAL	HABITANTES POR VIVIENDA URBANA	HABITANTES POR VIVIENDA RURAL
SECA ORIENT	57,808	5.71	14,942	4.22 (1)	43,221	6.54 (1)	7.01	3.87

VIVIENDA TOTAL DEL PAIS 1,013,817

353,580

660,237

(1) Porcentaje con relación a la vivienda urbana o rural del país

USO DE MATERIALES EN LA VIVIENDA

REGION	LADRILLO O BLOCK	% EN FUNCION DE LA VIV. DEL PAIS DE LADRILLO O BLOCK	MADERA	% EN FUNCION DE LA VIV. DEL PAIS DE MADERA	BAJAREQUE	% EN FUNCION DE LA VIV. DEL PAIS DE BAJAREQUE	LEPA, PALO O CAÑA	% EN F. DE LA VIV. DEL PAIS DE LEPA, PALO O CAÑA	ADOBE	% EN FUNCION DE LA VIV. DEL PAIS DE ADOBE	OTROS	% EN FUNCION DE LA VIV. DEL PAIS EN OTROS
SECA O.	878	0.96	1,749	1.10	24,700	24.81	14,043	6.51	39,767	10	--	--

Total del país 87,375

8.61

174,219

17.19

110,912

10.94

227,551

22.44

397,670

39.23

16,090

1.6

AREA DE LA REGION

REGION	AREA REGIONAL EN Km <sup>2</sup>	% CON RELACION AL AREA DEL PAIS	SUBREGIONES
SECA ORIENTAL	4,661.24	4.00	NO CUENTA CON SUBREGIONES

Total del país

108,900.00

POBLACION URBANO-RURAL REGIONAL, AREA Y DENSIDAD

REGION	POBLACION TOTAL	% EN FUNCION DEL PAIS	POBLACION URBANA	% EN FUNCION DEL PAIS	POBLACION RURAL	% EN FUNCION DEL PAIS	AREA Km <sup>2</sup>	% EN FUNCION DEL AREA DEL PAIS	DENSIDAD Habit/Km <sup>2</sup>
SECA O.	252,340	5.01	101,536	5.00	150,804	5.02	4,661.24	4	54

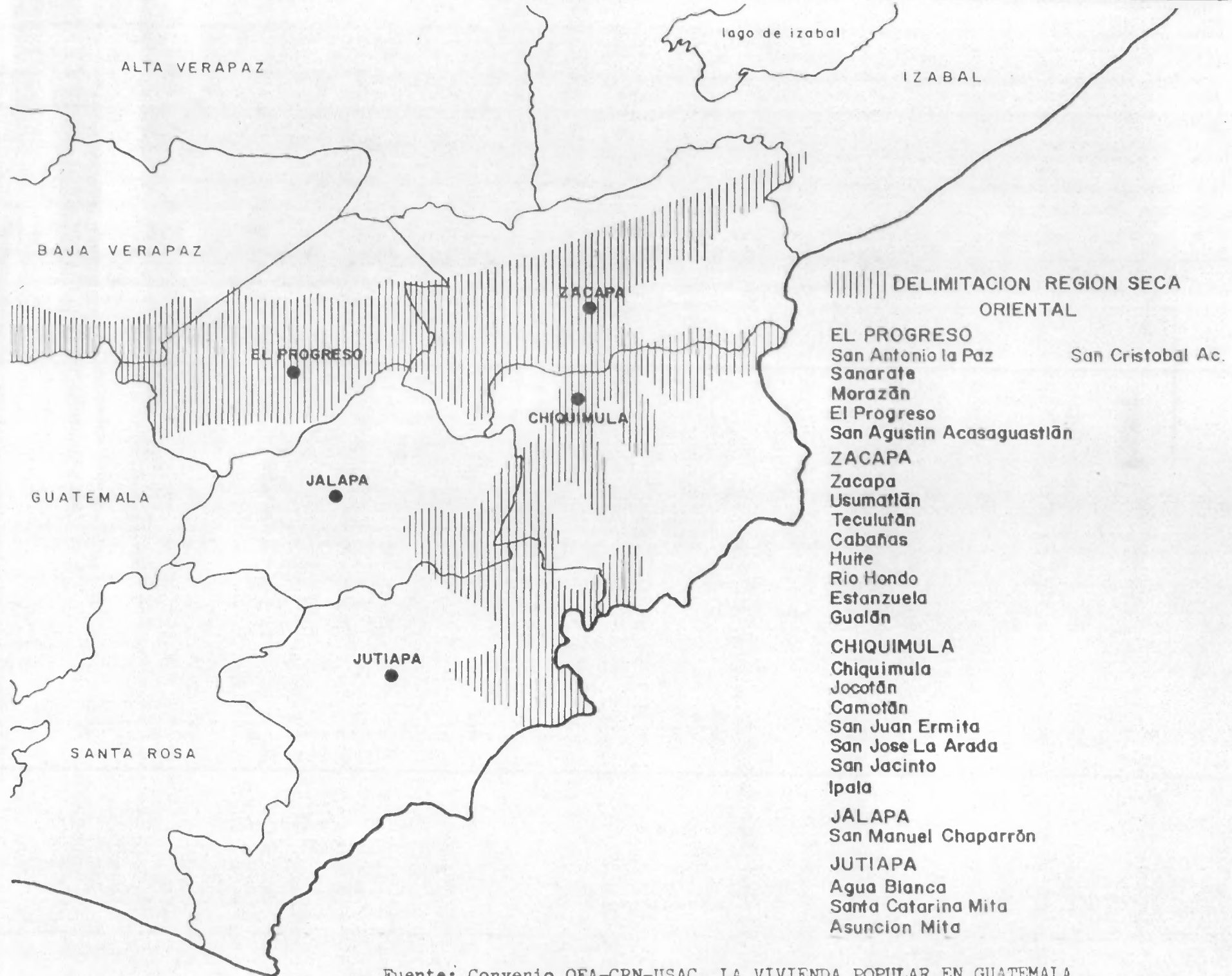
Total del país

5,030,133

2,029,943

3,000,968

Fuente: Convenio OEA-CRN-USAC: LA VIVIENDA POPULAR EN GUATEMALA. Antes y después del terremoto de 1976. Op. cit.



Fuente: Convenio OEA-CRN-USAC. LA VIVIENDA POPULAR EN GUATEMALA Antes y después del terremoto de 1976. Op. cit



### 2.3 CLASIFICACION CLIMATOLOGICA

Para la clasificación climatológica de la zona, se utilizará la hecha en base al sistema Thornthwaite, que determina sus conclusiones en cuatro índices principales: Jerarquías de temperatura; Tipo de variación de la temperatura; Jerarquías de humedad; y en el tipo de distribución de la lluvia. En ella se observa la variedad de microclimas existentes dentro de la región Seca Oriental, en donde la mayoría tienen como denominador común, ser cálidos y algunos semicálidos; y todos con inviernos secos. (ver Gráfica 11)

En los cuadros 7 y 8, tenemos la simbología utilizada, y la descripción del tipo de microclimas, y los municipios y cabeceras que abarcan dentro de la región, respectivamente.

### 2.4 ZONAS DE VIDA

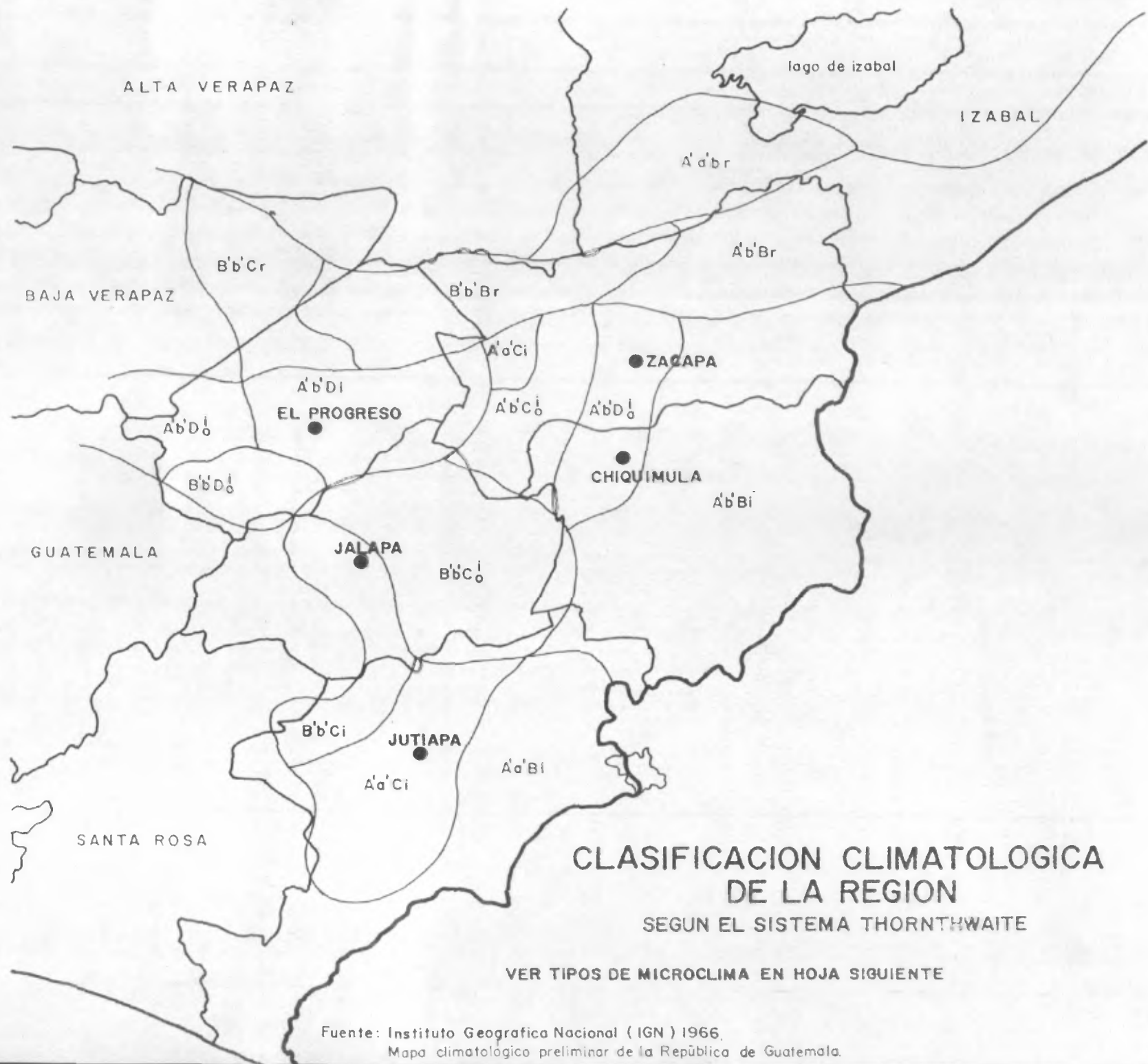
Para poder concretar más las condiciones ambientales para las cuales se vá a efectuar el análisis, vamos a describir las Zonas de Vida que afectan la región; y que se encuentran delimitadas en el mapa de Zonas de Vida de Guatemala, elaborado en base a vegetación, elevación, precipitación, temperatura, etc., por el Ministerio de Agricultura, según el cual, el país se divide en 14 zonas de vida que son: (14)

- |   |  |
|---|--|
| 1.- Monte espinoso sub tropical             | 8.- Bosque muy húmedo montano bajo         |
| 2.- Bosque seco sub-tropical                | 9.- Bosque pluvial montano bajo            |
| 3.- Bosque húmedo sub-tropical (templado)   | 10.- Bosque húmedo montano                 |
| 4.- Bosque húmedo sub-tropical (cálido)     | 11.- Bosque muy húmedo montano             |
| 5.- Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido) | 12.- Bosque seco montano bajo sub-tropical |
| 6.- Bosque muy húmedo sub-tropical (frío)   | 13.- Bosque pluvial sub-tropical           |
| 7.- Bosque húmedo montano bajo              | 14.- Bosque muy húmedo tropical            |

La región en estudio es afectada por las tres primeras clasificaciones, las cuales se encuentran descritas en el cuadro 9, después de la gráfica. (ver Gráfica 12)

(14) De La Cruz, René. CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA. Basada en el sistema Holdrige, Sector Público Agrícola, INAFOR, junio 1976.





**CLASIFICACION CLIMATOLOGICA  
DE LA REGION  
SEGUN EL SISTEMA THORNTHWAITTE**

VER TIPOS DE MICROCLIMA EN HOJA SIGUIENTE

Fuente: Instituto Geografica Nacional (IGN) 1966.  
Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala.

CUADRO 7

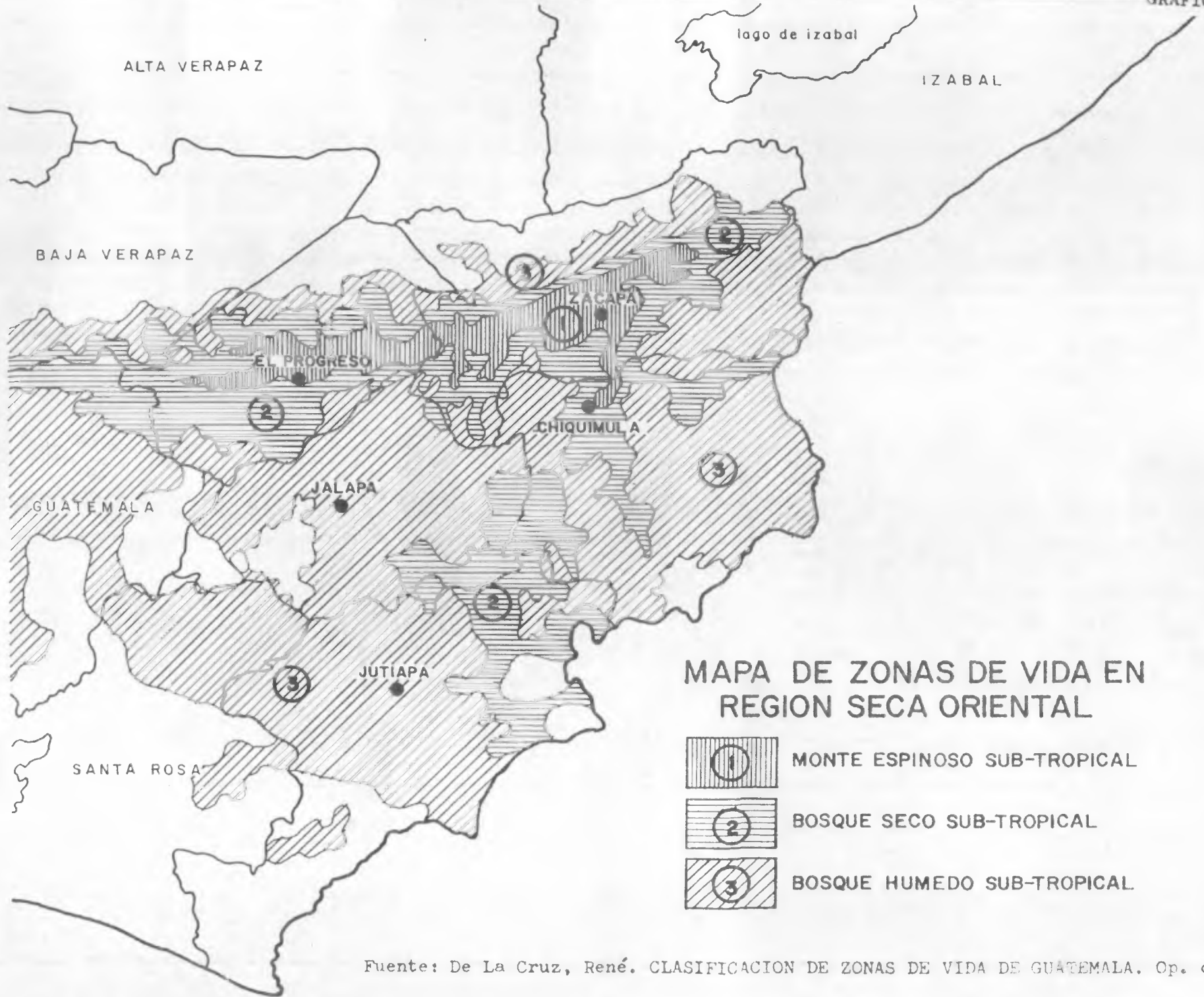
JERARQUIAS DE TEMPERATURA			
INDICE I	SIMB.	CARACTER DEL CLIMA	
128 ö >	A'	Cálido	
101 a 127	B'	Semicálido	
80 a 100	B' <sub>2</sub>	Templado	
64 a 79	B' <sub>3</sub>	Semifrío	
32 a 63	C'	Frío	
16 a 31	D'	De Taiga	
1 a 15	E'	De Tundra	
TIPO DE VARIACION DE LA TEMPERATURA			
%	SIMB.	CARACTER DEL CLIMA	
25 a 34	a'	Sin estación fría bien definida	
35 a 49	b'	Con invierno benigno	
50 a 69	c'	Extremoso	
70 a 99	d'	Muy Extremoso	
100	e'	Extremosísimo	
JERARQUIAS DE HUMEDAD			
INDICE I	SIMB.	CARACTER	VEGETACION
128 ó >	A	Muy húmedo	Selva
64 a 127	B	Húmedo	Bosque
32 a 63	C	Semiseco	Pastizal
16 a 31	D	Seco	Estepa
Menos de 16	E	Muy Seco	Desierto
TIPO DE DISTRIBUCION DE LA LLUVIA			
Σi I est.	SIMB.	CARACTER DEL CLIMA	
Todos > 4	r	Sin estación seca bien definida	
i < 4	i	Con invierno seco	
p < 4	p	Con primavera seca	
v < 4	v	Con verano seco	
o < 4	o	Con otoño seco	
Todos < 4	d	Deficiencia de lluvia todas est.	

Fuente: Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala. I.G.N. 1966.




CUADRO 8

S	DESCRIPCION DEL TIPO DE CLIMA	MUNICIPIOS QUE AFECTA EN LA REGION SECA O.
A'	Cálido	Usumatlán, Teculután, Santa Catarina Mita.
a'	Sin est. fría bien def.	
C	Semiseco (Veget. pastizal)	
i	Con invierno seco	Huité
A'	Cálido	
b'	Con invierno benigno	
C	Semiseco (pastizal)	Zacapa, Rio Hondo, Estanzuela, Chiquimula, San José la Arada
io	Con invierno y otoño seco	
A'	Cálido	
b'	Con invierno benigno	Gualán
D	Seco (Estepa)	
io	Con invierno y otoño seco	
A'	Cálido	Jocotán, Camotán, San Juan Ermita, San Jacinto, Agua Blanca, Ipala.
b'	Con invierno benigno	
B	Húmedo (Bosque)	
r	Sin est. seca bien def.	El Progreso, Morazán, San Agustín Ac., San Cristobal Ac., El Jicaró.
A'	Cálido	
b'	Con invierno benigno	
B	Húmedo (Bosque)	Asunción Mita
i	Con invierno seco	
A'	Cálido	
a'	Sin est. fría bien def.	San Manuel Chaparrón
B	Húmedo (Bosque)	
i	Con invierno seco	
B'	Semicálido	Sanarate, San Antonio La Paz.
b'	Con invierno benigno	
C	Semiseco (Pastizal)	
io	Con invierno y otoño seco	Sanarate, San Antonio La Paz.
B'	Semicálido	
b'	Con invierno benigno	
D	Seco (Estepa)	Sanarate, San Antonio La Paz.
io	Con invierno y otoño seco	

Fuente: Regionalización propia en base a datos anteriores, y chequeo aproximado en mapas.



**MAPA DE ZONAS DE VIDA EN REGION SECA ORIENTAL**

-  MONTE ESPINOSO SUB-TROPICAL
-  BOSQUE SECO SUB-TROPICAL
-  BOSQUE HUMEDO SUB-TROPICAL

Fuente: De La Cruz, René. CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA. Op. cit.

No	ZONA DE VIDA	LOCALIZACION	EXTENSION EN KMS <sup>2</sup>	PRECIPI-TACION ANUAL mm.	ELEVACION s.n.m. mts.	BIO TEM- PERATURA	EVAPO- TRANSPI- RACION %	% DIAS CLAROS AL AÑO	TIPO DE VE- GETACION EN LA REGION	TIPO Y DIREC- CION DE VIENTO
1	Monte Espi- noso Sub-tropical (me-S)	A lo largo del valle del Motagua, desde el Jícara hasta Tempis- que cruzando para la Fragua hasta Chiqui- mula.	1,110 Kms <sup>2</sup> que hacen el 1.02 % de la su- perficie total del pais.	De 400 A 600	De 180 A 400	De 24°C A 26°C	130% ma- yor que la lluvia total/año	80 %	Xerofita Cactus Acacias Guayacán Limoncillo Almendo de cerro	ENE ↓ OSO  Fuerte 90% del año NE ↓ SO
				Esto significa que la región es muy calurosa, con poca lluvia y que la evaporación de la humedad es mayor que la cantidad de lluvia que cae.						
2	Bosque seco Sub-tropical (bs-S)	Periferico al Monte espinoso de Mixco Vie- jo hasta el río "El Lobo" en planicies de Monjas, Jilotepeque e Ipala. De S.C. Mita, A. Mita a San Cristo- bal, Valle de Salamá y de Rabinal en Cubul- co en B.V. Algunos va- lles al N.O. de Huehu- e.	4,011 Kms <sup>2</sup> que hacen el 3.68% de la su- perficie total del pais.	De 500 A 855	De 400 A 1200	De 19°C A 24°C	150% ma- yor que la lluvia total/año	80 %	Palmaceas Caoba Plumijio Flor de Mi- ko Pumpo Mangle Ceibillo	NE ↓ SO Fuerte 90% del año ENE ↓ OSO
				Esto significa que la región es calurosa, algo lluviosa pero la evaporación de la humedad es mayor que la cantidad de lluvia que cae por lo cual el ambiente es muy seco.						
3	Bosque hume- do Sub-tropical Templado (bh-S(t))	En toda el área del altiplano, principal- mente en el área centro oriental.	12,733 kms <sup>2</sup> que hacen el 11.69 % de la su- perficie total del pais.	De 1100 A 1349	De 650 A 1700	De 20°C A 26°C	100%	60%	Pino Colo- rado Encino Tapal Chaparro Nance	NE ↓ 80% SO ↓ 20% NE  Fuerte
				Esto significa que la región tiene una tempe- ratura variable, con tendencia a ser calurosa y lluviosa, con una evaporación de la humedad igual a la lluvia que cae, por lo cual el am- biente es seco.						

Fuente: "Clasificación de zonas de vida de Guatemala" Resumen realizado por el Dr. Luis Ferraté

Basado en el sistema Holdridge. J. René de la Cruz S. Guatemala, junio 1976.

Convenio OEA-CRN-USAC. LA VIVIENDA POPULAR EN GUATEMALA. ANTES Y DESPUES DEL TERREMOTO DE 1976

3. ANALISIS CLIMATICO DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DE LA ZONA



### 3.- ANALISIS CLIMATICO DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DE LA ZONA

#### 3.1 PROCEDIMIENTO

Si retornamos a la Gráfica 10, que nos delimita la región seca oriental, nos damos cuenta que en ella se encuentran tres principales ciudades que son las cabeceras departamentales de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, además de sus municipios circunvecinos; y algunos municipios de Jalapa y Jutiapa.

Se llevará a cabo el análisis de las ciudades de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, pero debido a lo largo del proceso, se planteará y explicará en este trabajo únicamente el desarrollo para la ciudad de Zacapa, habiéndose llevado a cabo en igual forma los de El Progreso y Chiquimula. Además se escoge Zacapa por ser ésta ciudad la más afectada por la aridez del clima.

Es de hacer ver aquí, que los planteamientos concluyentes, es decir las recomendaciones a que se llegue, son válidas para los municipios con las mismas características climáticas, o sea prácticamente los descritos en la región seca oriental en la Gráfica 10. Luego más adelante se hará un resumen comparativo para notar la semejanza de características entre las tres principales ciudades.

#### 3.2 NATURALEZA DEL CLIMA

Los climas cálido-secos desérticos o semi desérticos se caracterizan por padecer la influencia de aire seco muy caliente y de un terreno igualmente seco. Durante el día, las temperaturas oscilan entre 27° y 40°C o más (generalmente más altas que las de la piel, de 31° a 34°C), pero durante la noche llegan a descender hasta 17°C, lo que nos da una Variación Diurna bastante grande (diferencia entre temperaturas durante el día y durante la noche), que indica tiempo seco y cielo despejado. (15)

La humedad es permanentemente de moderada a baja. La nubosidad es escasa o nula, de forma que no reduce la intensa radiación directa del sol; sin embargo, la transparencia atmosférica

(15) Koenigsberger y otros. "Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales". Edit. Paraninfo S. A. Madrid, España, 1977.

rica permite una intensa radiación al espacio exterior durante la noche.

El aire seco, la baja humedad y las mínimas precipitaciones se oponen a la vida vegetal. El terreno sediento y polvoriento refleja la intensa luz solar produciendo un ambiente resplandeciente desagradable. Los vientos cálidos arrastran polvo y arena.

### 3.3 NECESIDADES FISIOLÓGICAS

La actividad metabólica del cuerpo humano tiende a producir un exceso de calor. En un lugar frío ese exceso sirve para compensar las pérdidas del calor que se irradia al mundo exterior. En un lugar cálido o tórrido es un inconveniente, pues el cuerpo para sobrevivir tiene que eliminar ese exceso. Y en condiciones extremas que impidan casi por completo la eliminación de calor, sobreviene la muerte por insolación o golpe de calor. (15)

Debido a la intensa radiación durante el día, el confort diurno depende principalmente de reducir adecuadamente dicha radiación del terreno y las edificaciones vecinas. Se trata principalmente de un problema de protección. Para lo cual el proyectista deberá seleccionar los muros y cubiertas para que durante el día permitan mantener en las superficies interiores temperaturas más bajas que la de la piel, con el objeto de que el cuerpo disipe parte de su excesivo calor al medio ambiente, por radiación, así como por convección del aire más frío que la piel.

Por la noche, la temperatura del aire es suficientemente baja para que se caliente, debido a las temperaturas más altas de las superficies inmediatas, lo cual es beneficioso.

La evaporación es mucho mayor que en cualquier otro clima, debido al ambiente de humedad permanentemente baja, se realiza la evaporación con tal eficacia que no es necesario adoptar soluciones especiales, siempre que la piel pueda suministrar suficiente sudor.

Debido a lo caliente del aire, no es muy ventajoso utilizarlo en circulación a no ser que previamente se enfríe y filtre.

### 3.4 ZONA DE CONFORT

En la región de nuestro estudio, que como ya vimos tiene sus características propias, y cuyos datos meteorológicos se recopilan en los cuadros 10, 11 y 12, y que pertenecen respecti

(15) Koenigsberger y otros. Op. cit. p. 212

CUADRO 10

Estación No. 22.1.1		Nombre: ZACAPA			Departamento: ZACAPA			
Latitud Norte: 14°58'45"		Longitud WG: 89°31'20"			Altitud s.n.m. 184.69 m.			
M E S	T E M P E R A T U R A S ° C .					P R E C I P I T A C I O N		HUMEDAD RELATIVA
	Media	PROMEDIOS DE		ABSOLUTAS		TOTAL	DIAS	Media
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima			
°C	°C	°C	°C	°C	°C	mm.	No.	%
Enero	25.0	32.0	19.1	39.7	11.4	0.4	1	63
Febrero	27.0	34.5	20.5	41.0	12.0	0.2	1	62
Marzo	28.7	37.0	21.8	43.0	15.5	1.5	1	61
Abril	29.4	37.7	22.8	44.8	17.2	2.8	1	62
Mayo	28.6	36.4	22.7	42.0	17.0	42.4	3	66
Junio	26.6	34.4	21.2	40.5	17.9	115.5	8	71
Julio	26.1	33.0	21.4	38.0	18.8	82.2	7	73
Agosto	26.7	34.1	21.4	39.0	18.9	59.3	6	66
Septiembre	26.7	33.8	21.6	38.0	18.9	106.1	8	69
Octubre	26.0	32.5	20.9	36.6	15.1	55.1	4	67
Noviembre	25.8	32.7	20.5	38.0	15.1	5.1	1	66
Diciembre	25.2	31.9	19.9	36.9	11.2	0.8	1	68
A N U A L	26.8	34.2	21.2	44.8	11.2	471.2	39	66

26 años de registro

Fuente: INSIVUMEH. Sección de climatología





CUADRO 12

Estación No. 12.1.1      Nombre: PROGRESO      Departamento: PROGRESO Latitud Norte: 14°51'18"      Longitud WG: 90°04'12"      Altitud s.n.m. 516.90 m.								
M E S	T E M P E R A T U R A S ° C .					P R E C I P I T A C I O N		HUMEDAD
	Media	P R O M E D I O S D E		A B S O L U T A S		TOTAL	D I A S	RELATIVA
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima			Media
	°C	°C	°C	°C	°C	mm.	No.	%
Enero	21.8	27.0	16.5	37.2	13.4	0.0	0	66
Febrero	24.0	29.5	18.5	36.0	14.0	0.0	0	66
Marzo	25.9	32.0	19.8	38.0	17.5	0.0	0	64
Abril	27.0	33.2	20.8	39.8	19.2	8.2	1	65
Mayo	26.1	31.4	20.7	37.0	19.0	54.0	4	69
Junio	24.4	29.4	19.2	35.5	19.9	97.4	10	74
Julio	23.7	28.0	19.4	33.0	20.8	74.8	8	76
Agosto	24.3	29.1	19.4	34.0	20.9	32.3	5	69
Septiembre	24.2	28.8	19.6	33.0	20.9	111.8	10	72
Octubre	23.2	27.5	18.9	31.6	17.1	87.6	6	70
Noviembre	23.1	27.7	18.5	32.9	17.1	0.0	0	69
Diciembre	22.4	26.9	17.9	31.9	13.2	0.0	0	71
A N U A L	24.1	29.1	19.1	39.8	13.2	466.1	44	67

5 años de registro

Fuente: INSIVUMEH. Sección de climatología



vamente a Zacapa, Chiquimula y El Progreso, se ha llegado a determinar una zona de confort que oscila entre 21.5°C como límite inferior, y 25.5°C como límite superior; siendo esta zona de confort la más elevada de la República, y que comparada con la de Quezaltenango que está comprendida entre 18.5°C y 23°C, la más baja, nos dan una idea de lo variable de los márgenes entre los cuales se logra el bienestar en el territorio nacional. (17). En la Gráfica 13 se han colocado los promedios mensuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias de las localidades; la zona de confort aparece sombreada. Después de un pequeño análisis y considerando lo anteriormente expuesto, se pueden hacer las siguientes apreciaciones:

- a) Las temperaturas más altas en todas las localidades, se mantienen muy por arriba de la zona de confort durante todo el año.
- b) Debido a la gran variación diurna, durante la noche la temperatura se mantiene dentro de la zona de confort, y salvo en los meses más fríos y a ciertas horas de la madrugada, se aleja por debajo hacia un ambiente frío. Esto se acentúa más en Chiquimula y El Progreso.
- c) A partir de las 10:00 horas aproximadamente, la temperatura se sale de la "zona de confort", creando un ambiente cálido, situación que perdura hasta muy entrada la tarde, acentuándose al medio día. En Zacapa, en los meses más calurosos, marzo abril y mayo, esta inconfortabilidad se empieza a manifestar desde horas muy tempranas, aproximadamente a las 8 ó 9 de la mañana, y se deja de percibir hasta entrada la noche.
- d) Incluso en diciembre y enero, los meses más fríos, parte de la mañana y parte de la tarde hay incomodidad de bienestar, el resto de la tarde y la noche se mantienen en confort.
- e) En El Progreso, estos extremos son menos críticos. Casi en la totalidad de los meses existe inconfortabilidad únicamente en las horas de mayor soleamiento; las temperaturas luego de la caída del sol hasta muy entrada la mañana, se mantienen dentro de los límites de confort. En los meses más fríos son corrientes las noches heladas.

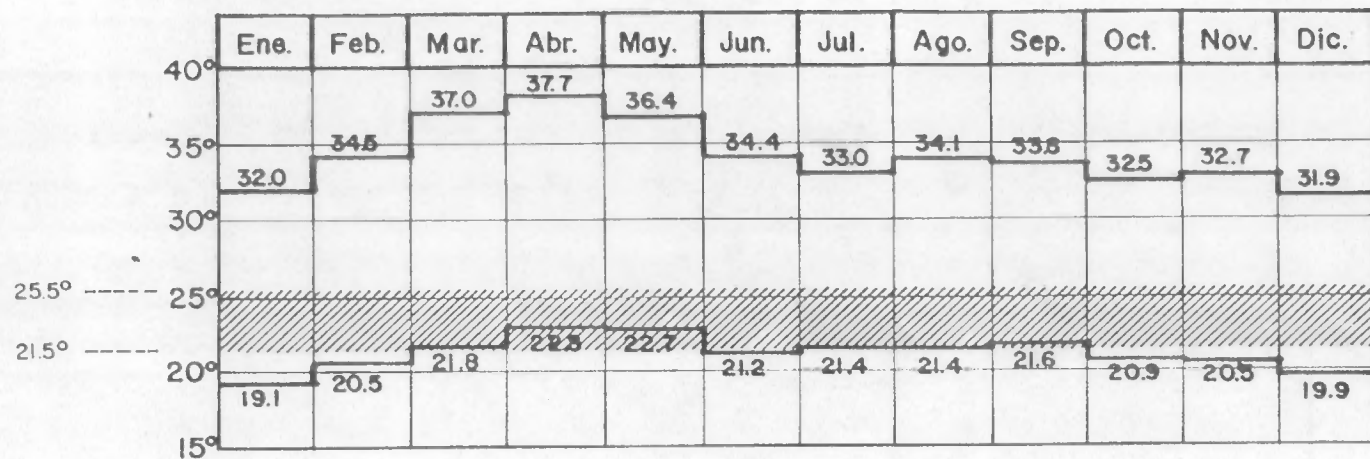
De esto se deduce que la mayor parte de las horas de labores transcurren con temperaturas fuera de la "zona de confort", por arriba del límite superior de ésta, en un ambiente cálido. Aunado a esto, en los meses más calurosos también en las horas de descanso se padece de calor e incomodidad. De estas conclusiones se ratifica que el problema en esta región es evidentemente de protección contra el calor reinante, y principalmente contra la radiación solar.

(17) Indices tomados de: Especificaciones Proyecto PEMEN. Vol. 3

TEMPERATURAS (°C)  
 PROMEDIOS DE MAXIMAS  
 Y MINIMAS MENSUALES

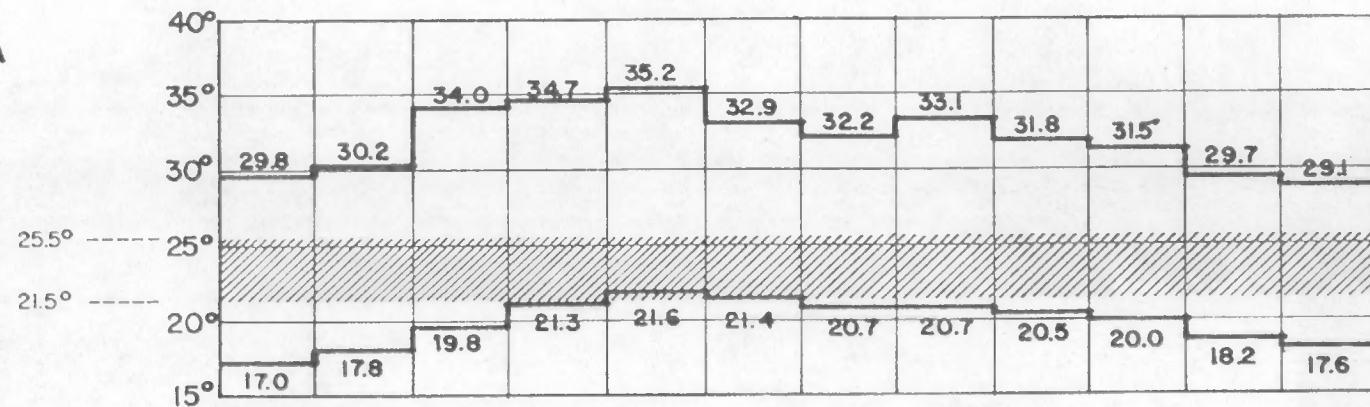
### ZACAPA

Zona de confort



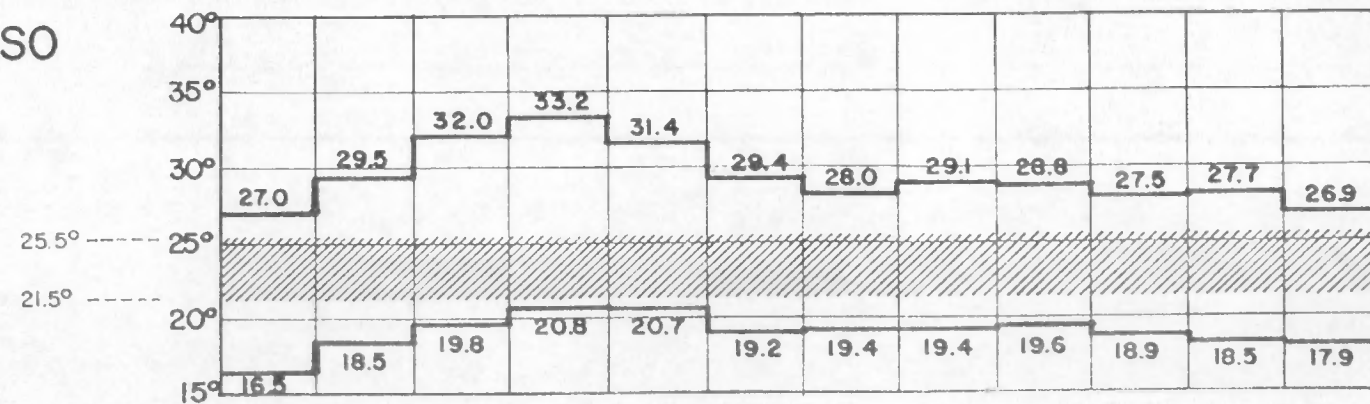
### CHIQUIMULA

Zona de confort



### EL PROGRESO

Zona de confort



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de los cuadros 4, 5, y 6.  
 Índices de confort tomados de: Especificaciones proyecto PEMEM. Autor: Mario Novella Cecci.

3.5 APLICACION DE LOS CUADROS DE MAHONEY

Entrando directamente al análisis de la ciudad de Zacapa, se transcriben los datos climáticos provenientes del INSIVUMEH. Ver Cuadro 10.

CUADRO 1M Temperatura del aire (°C)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Más alta TMA	Más VMA baja
Máximas medias mensuales	32	34.5	37	37.7	36.4	34.4	33	34.1	33.8	32.5	32.7	31.9	37.7	28.4
Mínimas medias mensuales	19.1	20.5	21.8	22.8	22.7	21.2	21.4	21.4	21.6	20.9	20.5	19.9	19.1	18.6
Variaciones medias mens.	12.9	14	15.2	14.9	13.7	13.2	11.6	12.7	12.2	11.6	12.2	12		

CUADRO 2M Humedad, lluvia y viento

Humedad Relativa: %	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Máximas medias mens. A.M.													
Mínimas medias mens. P.M.													
Promedio	63	62	61	62	66	71	73	66	69	67	66	68	
Grupo de Humedad	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	
Pluviosidad (mm)	0.4	0.2	1.5	2.8	42.4	115.5	82.2	59.3	106.1	55.1	5.1	0.8	471.2
Viento Dominante	ESTE NOR-ESTE			OESTE SUR-OESTE (ENE-OSO)									
Secundario													

Tabla de Límites de confort

Promedio de HR (porcentaje)	GH	TMA Superior a 20°C		TMA 15 a 20°C		TMA Inferior a 15°C		GH
		Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
		0-30	1	26-34	17-25	23-32	14-23	
30-50	2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12-20	2
50-70	3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12-19	3
70-100	4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18	4

CUADRO 3M Diagnósis del rigor climático

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Grupo de humedad	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
Temperatura °C	28.4 °C											
Max. medias mensuales	32	34.5	37	37.7	36.4	34.4	33	34.1	33.8	32.5	32.7	31.9
Bienestar de día	Máximo	29	29	29	29	29	27	27	29	29	29	29
	Mínimo	23	23	23	23	23	22	22	23	23	23	23
Min. medias mensuales	19.1	20.5	21.8	22.8	22.7	21.2	21.4	21.4	21.6	20.9	20.5	19.9
Bienestar de noche	Máximo	23	23	23	23	23	21	21	23	23	23	23
	Mínimo	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Rigor Térmico												
	Día	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Noche	-	-	-	-	-	C	C	-	-	-	-

CUADRO 4M Indicadores

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tota les
Humedad													
H1 Mov. de aire indispensable						X	X						2
H2 Mov. aire conveniente													0
H3 Protección contra lluvia													0
Aridez													
A1 Almacenamiento térmico	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	10
A2 Dormir al aire libre													0
A3 Problemas estación fría													0

CUADRO 5M Recomendaciones para el croquis

Totales de los indicadores del cuadro 4M						Recomendaciones		
Húmedo			Arido					
H1	H2	H3	A1	A2	A3			
2	0	0	10	0	0			
						Distribución o trazado		
			0-10			X	1	Orientación norte-sur (eje mayor este-oeste) para reducir la exposición al sol
			11 ó 12		5-12			
					0-4		2	Planificación compacta con patio
						Separación		
11 ó 12							3	Separación amplia para penetración de brisa
2-10						X	4	Como 3, pero protegido del viento cálido o frío
0 ó 1							5	Distribución compacta
						Movimiento de aire		
3-12							6	Habitaciones en una sola fila, provisión permanente del movimiento del aire
1 ó 2			0-5				X	7
			6-12					
0	2-12						8	No se necesita movimiento de aire
	0 ó 1							
						Aberturas		
			0 ó 1		0		9	Aberturas grandes 40 - 80% muros N y S
			11 ó 12		0 ó 1	X	10	Aberturas muy pequeñas 10 - 20 %
			Cualquier otra condición				11	Aberturas medias 20 - 40 %
						Muros		
			0-2				12	Muros ligeros, tiempo corto de retardo térmico
			3-12			X	13	Muros internos y externos pesados
						Cubiertas		
			0-5				14	Cubiertas ligeras, aisladas
			6-12			X	15	Cubiertas pesadas, más de 8 horas de retardo ter.
						Dormitorios exteriores (al aire libre)		
				2-12			16	Se necesita espacio para dormitorios exteriores
						Resguardo de la lluvia		
		3-12					17	Necesaria protección contra la lluvia copiosa.

Dominantes

Secundarios



CUADRO 6M Recomendaciones para el diseño de elementos

Totales de los indicadores del cuadro 4M						Recomendaciones	
Húmedo			Arido				
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
2	0	0	10	0	0		
						Tamaño de las aberturas	
			0 ó 1		0	1	Grande 40-80% de muros N y S
					1-12	2	Medio 25-40% de la superficie del muro
			2-5				
			6-10			X 3	Mixtos 20-35% de la superficie del muro
			11 ó 12		0-3	4	Pequeño 15-25% de la superficie del muro
					4-12	5	Medio 25-40% de la superficie del muro
						Posición de las aberturas	
3-12						6	En las paredes norte y sur a la altura del cuerpo y a barlovento (lado expuesto al viento)
1-2			0-5				
			6-12			X 7	Como anteriormente, y aberturas también en las paredes interiores
0	2-12						
						Protección de las aberturas	
					0-2	X 8	Evitar la luz solar directa
		2-12				9	Proteger de la lluvia
						Muros y suelos	
			0-2			10	Ligeros, baja capacidad térmica
			3-12			X 11	Pesados, tiempo de retardo de más de 8 horas
						Cubiertas	
10-12			0-12			12	Ligeras, superficie reflectora, cámara
			3-12			13	Ligeras, bien aisladas
			0-5				
0-9			6-12			X 14	Pesadas, tiempo de retardo de unas 8 horas
						Características externas	
				1-12		15	Espacio para dormir al exterior
		1-12				16	Adecuado drenaje para la lluvia

## RESUMEN COMPARATIVO

CUADRO 13 RECOMENDACIONES PARA EL CROQUIS

REGIONES \ NUMERALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ZACAPA	X			X			X			X			X		X		
CHIQUIMULA	X			X			X			X			X		X		
EL PROGRESO	X			X		X			X				X		X		

CUADRO 14

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS

REGIONES \ NUMERALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ZACAPA			X				X	X			X			X		
CHIQUIMULA			X				X	X			X			X		
EL PROGRESO			X				X	X			X			X		

Fuente: Elaboración propia en base a los datos sacados de los cuadros de Mahoney.

### 3.6 CONCLUSIONES SOBRE RECOMENDACIONES DE DISEÑO

En los cuadros 13 y 14 precedentes, en donde se comparan en numerales las recomendaciones de los cuadros 5M y 6M para las tres localidades (el análisis de Chiquimula y El Progreso se hizo por aparte), se observa la gran semejanza de características climáticas que existe entre ellas de acuerdo a las conclusiones; lo que confirma todo lo expuesto sobre lo homogéneo en el clima de la región. Partiendo de esto, nos permitimos sugerir que las especificaciones explicadas y detalladas que se darán a continuación pueden ser tomadas como válidas para toda la zona. Únicamente teniendo en cuenta la disparidad que aparece en las recomendaciones de El Progreso, que por ser un clima menos cálido se puede permitir una mayor fluidez en el movimiento del aire que es más fresco; además la humedad es un poco mayor, la cual hay que disipar, esto nos hace optar por diseñar las habitaciones en una sola hilera para el permanente movimiento del aire y las aberturas de ventanas pueden ser un poco mayores.

A continuación se detallarán y explicarán las recomendaciones en seis apartados que han sido producto de nuestro análisis anterior. Se unirá en este caso lo recomendado por el cuadro 5M y el cuadro 6M, ya que por lo definido del clima en cuestión, no hay mayor discrepancia, y ambos cuadros se complementan. Los apartados son los siguientes.

3.6.1 DISTRIBUCION O TRAZADO

3.6.4 MUROS

3.6.2 MOVIMIENTO DE AIRE Y ABERTURAS

3.6.5 CARACTERISTICAS EXTERNAS

3.6.3 CUBIERTAS

3.6.6 ESPECIFICACION DE MATERIALES

3.6.1 DISTRIBUCION O TRAZADO

En general, las condiciones climáticas externas son demasiado hostiles, por lo que hay que conseguir una protección tan energética como sea posible contra la radiación solar y los vientos calientes, lo mismo en el interior como en los espacios exteriores.

- a. La orientación del edificio tiene que ser al norte y al sur, con su eje mayor en dirección este-oeste, para reducir la exposición al sol.
- b. La edificación deberá diseñarse compactamente, para uso esencialmente interior, procurando que los ambientes se ubiquen con accesos desde un patio interno.

- c. En general, deben reducirse las distancias, escaleras y áreas de circulación. Con el objeto de minimizar los movimientos y esfuerzos innecesarios del cuerpo humano.
- d. En lo posible, situar bajo techo la mayor parte de las edificaciones y sus instalaciones anexas. Esto evita la influencia del aire caliente y la radiación solar.
- e. Los ambientes no habitables como bodegas, alacenas etc., son eficaces como barreras térmicas por lo que debe colocárseles en los extremos este y oeste del edificio.
- f. En tejados, paredes y espacios exteriores es muy beneficioso la existencia de sombras, por lo que deben proyectarse dispositivos adecuados, situar árboles y aprovechar las sombras de edificios y muros próximos.

### 3.6.2 MOVIMIENTO DE AIRE Y ABERTURAS

El problema de la iluminación es completamente distinto del de las regiones frías. El problema aquí no es de escasez de luz, sino de exceso de luz y calor. No se requieren amplias superficies de vidrio, pero si hay que disponer grandes aberturas para el movimiento nocturno de aire. Esto presupone que las ventanas han de poder abrirse por completo aunque solo parte de ella esté encristalada, que no deberá exceder el 20% del área del muro.

- a. Aberturas mixtas entre 20 y 35% de la superficie del muro. Colocadas en las paredes norte y sur a la altura del cuerpo y a barlovento, y también en los muros interiores.
- b. Evitar la luz solar directa. En ningún caso dejar entrar rayos solares a los ambientes.
- c. Las aberturas deberán estar cerca del techo, así dirigen la vista al cielo azul intenso y no al terreno desnudo y evitan la reflexión de la luz del sol. Además las superficies más calientes suelen ser los muros y los techos, por lo que se recomienda llegar los dinteles al nivel de los techos. En el caso de las ventanas a la altura del cuerpo, deberán tener por vista áreas verdes, estar protegidas, dentro de lo posible, con voladizos, cenefas, etc.
- d. Durante el día, las aberturas deben mantenerse cerradas y a la sombra. La ventilación debe reducirse al mínimo, siempre que sea compatible con la higiene adecuada, con el objeto de que entre un mínimo de aire caliente, frecuentemente acompañado de polvo. Las tomas de aire deben situarse de forma que este sea lo más limpio de polvo y lo más fresco posible. Así el ambiente fresco existente en las horas nocturnas se conserva durante el mayor tiempo posible del día.



- e. La ventilación únicamente puede disipar el calor que está a más alta temperatura que la exterior. En salones, o lugares de reunión como por ejemplo salas de conferencias, escuelas, auditorios, etc. es muy difícil mantener después de algún tiempo corto un ambiente más fresco que el exterior, debido a que cuando el calor emitido por los cuerpos exceda a la absorción que ejercen los elementos del edificio, la temperatura del aire naturalmente se eleva y cuando ésta alcance la temperatura del aire exterior se puede evitar que siga elevándose con una amplia ventilación. Se recomienda por tanto en edificios de esta naturaleza crear en las partes más altas de los muros, amplios dispositivos de ventilación, como celosías pero siempre protegidas de la luz directa y de posibles corrientes de polvo.
- f. Debido a que únicamente durante dos meses al año es conveniente el movimiento del aire, junio y julio, no se hace necesario disponer las habitaciones en una sola hilera, es mejor en hilera doble, siempre y cuando se dejen aberturas en los muros internos.
- g. Debe disiparse durante la noche, el calor almacenado durante el día. Solamente el enfriamiento a través de las superficies exteriores no es suficiente para lograrlo. La disipación de calor a través de las superficies internas durante la noche debe activarse mediante una buena ventilación. De esto se deduce que durante la noche las aberturas deben ser suficientemente grandes para disipar el calor emitido por paredes y techos. En el día, lo mejor es la ausencia de aberturas o que sean bastante pequeñas y localizadas en las partes elevadas de los muros. Se pueden solucionar ambas necesidades con el empleo de grandes ventanas con contraventanas con una capacidad térmica aproximada a la proyectada para los muros, o contraventanas muy poco conductoras de calor, o sea construídas con madera y pesadas. Cuando están cerradas durante el día retrasan la entrada de calor y al abrirlas durante la noche no obstruyen la disipación térmica. Esta solución, si embargo, presupone un criterio de uso o control por los usuarios.
- h. Los vidrios que rechazan el calor o lo absorben no reemplazan a un dispositivo eficaz de sombra. Esos cristales reducen la cantidad de radiación solar que se transmiten directamente, pero absorben parte de ella. De esa manera se eleva la temperatura del vidrio, lo cual da incomodidad en el interior.



### 3.6.3 CUBIERTAS

- a. Pesadas, tiempo de retardo de más de 8 horas (tiempo de transmisión térmica)
- b. El método básico de absorber las grandes variaciones diurnas, como ya se mencionó, es emplear estructuras o materiales de elevada capacidad térmica. Estos absorben buena parte del calor por la superficie exterior, sin que la superficie interior perciba un aumento apreciable de temperatura antes de que la estructura se empiece a enfriar de nuevo. Con un pequeño análisis que se explica en 3.6.6, sobre especificaciones de materiales, se puede establecer la capacidad térmica requerida y el tipo de materiales adecuados para tal fin.
- c. Como es lógico, el método más eficaz es construir una segunda cubierta sobre la primera, para darle sombra todo el tiempo, pero esto resulta casi prohibitivo por el aspecto económico. Lograr sombra sobre la techumbre por otros medios es más difícil, a no ser por los elementos naturales circundantes como árboles, depresiones, enramadas, etc., lo cual tampoco sería constante. En el caso de las dos techumbres, la exterior se calienta mucho por radiación directa, su temperatura alcanza valores muy altos. La superficie del tejado inferior debe reflejar las radiaciones de temperatura baja emitidas por la cubierta superior. Para que esto funcione bien, es necesaria una superficie metálica pulida. Sin embargo, un techo simple, por ejemplo de asbesto cemento, con una cámara bastante grande y bien ventilada, puede ser bastante eficaz; máxime en edificios de luces muy grandes donde no se pueden emplear cubiertas muy pesadas.
- d. En el recubrimiento de las superficies exteriores deberá evitarse el empleo de sustancias bituminosas o asfalto, porque la radiación solar ablanda y altera químicamente esos materiales.
- e. Lo menos recomendable en estos casos son las planchas metálicas onduladas (láminas) por su poca resistencia térmica y su alta transmisión.
- f. En general, las superficies exteriores de las cubiertas, deberán tener materiales de aspecto claro, o ser pintadas de colores claros o blanco, para reflejar al máximo la radiación.
- g. Se deberán dejar cubiertas salientes muy grandes (volados) sobre aquellas áreas de pasillos o de actividades diarias que por lo general, en el caso de las viviendas, dan al patio interior.

#### 3.6.4 MUROS

- a. Muros internos y externos pesados. Tiempo de retardo de más de 8 horas.
- b. Los muros deberán estar construídos de tal manera y con tales materiales que retengan la transmisión térmica por 8 horas como mínimo, para tal efecto deben llenar características de densidad y grozor, pues existe incluso límite máximo de retardo térmico, ya que los muros y cubiertas muy gruesos no llegan a enfriarse antes de recibir la nueva carga de calor del día siguiente. Un enfriamiento insuficiente y un calentamiento repetido, tienen un efecto acumulativo. En el cuadro 15 y el gráfico 14 inciso 3.6.6, se dan algunas especificaciones de este tipo.
- c. Para reducir el efecto calorífico de la radiación solar, los muros deberán contar con superficies de colores claros, por ejemplo marron claro, amarillo, beige, etc. El blanco en estos casos podría ocasionar reflejo de la intensa luz solar.
- d. El edificio debe estar en contacto lo más posible con el terreno, pues es un valioso medio de almacenamiento de calor. Los pisos y pavimentos deben de ser macizos, no suspendidos, y en ningún caso debe edificarse sobre pilares arriba del suelo. De esta manera, el calor se transmite directamente desde la estructura del edificio al suelo.

#### 3.6.5 CARACTERÍSTICAS EXTERNAS

Las actividades diarias, en la mayor parte de los climas cálidos, por lo regular se realizan en áreas exteriores a los ambientes, patios o corredores internos en las edificaciones. De acuerdo con esto, los espacios exteriores deben proyectarse con el mismo cuidado que el edificio en sí.

- a. El terreno seco, las pavimentaciones, e incluso las edificaciones próximas, se calientan rápidamente, y provocan molestos deslumbramientos e irradian calor a los edificios vecinos en el día. Durante la noche, nuevamente radían el calor almacenado del día. Cerrando las áreas exteriores con muros protegidos por sombras o plantas trepadoras, cetos, etc. se logra evitar estos efectos, y al mismo tiempo se protege de los vientos cálidos y del polvo. Colocando árboles, plantas y depósitos de agua en los jardines o patios internos, se logra enfriar el aire por efecto de la evaporación, además se proporciona sombra, alivio visual y psíquico y resguardo del polvo.

b. Los patios internos deben ser los espacios abiertos óptimos en este tipo de clima. En ellos se almacena aire frío, debido a que es más denso que el caliente que lo rodea. Dependiendo del diseño y las necesidades, sería preferible contar con varios patios pequeños, es decir que su anchura no sobrepase su altura, en lugar de tener un gran patio central, pues en estos casos, se impide al máximo la penetración directa del sol, y el aire frío es menos afectado por las corrientes altas de aire caliente. Las paredes elevadas que rodean a estos patios, le proporcionan sombras a grandes áreas de suelo, pasillos y paredes, que se ven protegidas del sol durante el día. El poco calor recibido por los muros y el suelo por debajo del patio, se vuelve a radiar al cielo abierto durante la noche.

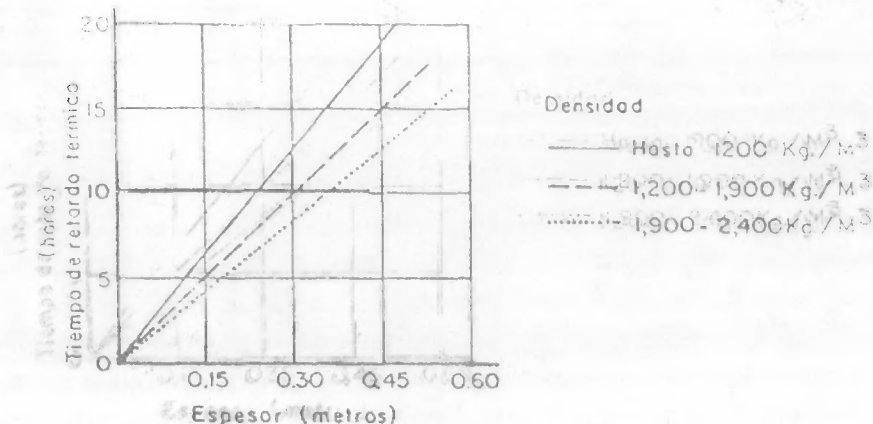
### 3.6.6 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

La zona seca oriental es la segunda región menos poblada, después de la parte norte, según la regionalización del país hecha para la clasificación de la vivienda tradicional. Actualmente tendrá un poco más de 60,000 viviendas, aproximadamente el 6% del total del país; de las cuales el 35% están construidas con adobe; el 40% de bajareque; el 23% de lepa, palo o caña; el 3% de madera, y solo un 1% son de ladrillo o block.(13) De aquí se deduce que los materiales más usados son el adobe, el bajareque y la madera en diversas formas. La mayoría de los techos son de palma, aunque también es usada la lámina galvanizada, la cual es altamente inadecuada, lo que evidencia una preferencia de tipo económico únicamente. La piedra es un material fácilmente accesible en la zona y que muy bien puede ser utilizado para la edificación, siempre y cuando se sepan controlar sus propiedades de transmisión de calor.

Por otra parte, el solo hecho de recomendar muros y cubiertas pesados no es suficiente, ya que se puede caer en un gran error, si por ejemplo los muros se construyen demasiado gruesos, esto agrandaría mucho su tiempo de retardo térmico, provocando acumulación de calor, que luego se irradiaría al interior permanentemente. Para evitar esto, debemos tomar muy en cuenta las recomendaciones relativas al comportamiento térmico (ver Cuadro 15), y auxiliarnos para un primer cálculo del grosor de los elementos con la Gráfica 14, siguientes. Determinados estos requerimientos, se plantea de acuerdo a ello y a lo explicado en 1.5 Transmisión térmica de materiales, varios ejemplos de elementos constructivos adecuados a las necesidades de la región, en las gráficas sobre requerimientos de diseño. Capítulo 4

(13) Convenio OEA-CRN-USAC. LA VIVIENDA POPULAR EN GUATEMALA. Op. cit.

Indicador		Recomendaciones			
H1	A1	Construcción	Valor "U"	Factor de calor solar (porcentaje)	Tiempo de Transmisión térmica (retardo)
Muros exteriores					
	0-2	Ligeros	2.8	4	Max. 3 horas
	3-12	Pesados ✓	2.0 ✓	4 ✓	Min. 8 horas ✓
Cubiertas					
10-12	0-2	Ligeros	1.1	4	Max. 3 horas
	3-12	Ligeros y aislados	0.85	3	Max. 3 horas
0-9	0-5	aislados			
	6-12	Pesados ✓	0.85 ✓	3 ✓	Min. 8 horas ✓



ESPECIFICACIONES :

MUROS: Pesados

Factor de calor solar: 4 %

Tiempo de transmisión térmica: mínimo 8 horas

Valor "U" = 2.0

CUBIERTAS: Pesadas

Factor de calor solar: 3 %

Tiempo de transmisión térmica: mínimo 8 horas

Valor "U" = 0.85

En el caso de los muros compuestos, de dos o más materiales, la resistencia sumada de estos uno deberá ser menor que el valor 0.5, para tener un valor "U" de 2, que es el requerido.

En el caso de las cubiertas, que requieren mayor resistencia a la transmisión por estar más expuestas a la radiación directa, el valor de la misma deberá ser de 1.18, para obtener el valor "U" de 0.85 requerido.

Las resistencias deseadas, como ya lo sabemos, se calculan del recíproco de los valores "U".

Resistencia en muros : 0.5

Resistencia en cubiertas : 1.18

#### 4.- REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

En resumen, el contenido del siguiente capítulo son las conclusiones específicas del trabajo. Se ha tratado de graficar al máximo como una forma más accesible de estudio y un lenguaje más apropiado.

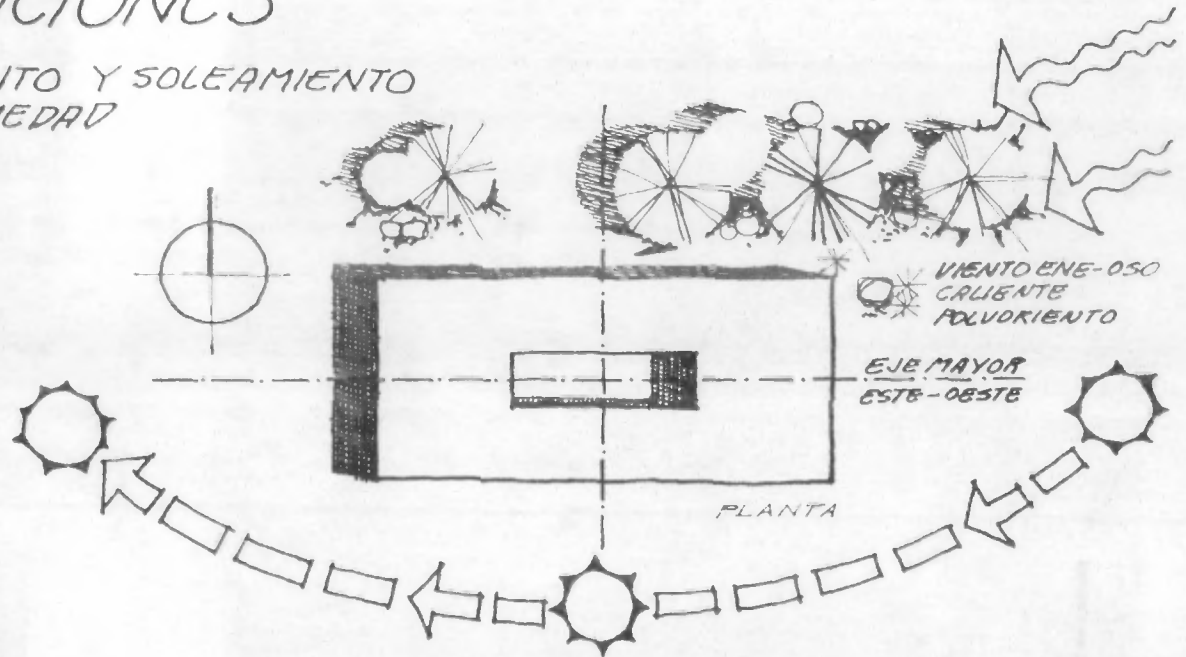
El capítulo se divide en los aspectos más importantes a tomar en cuenta en un problema de diseño, siendo la idea principal integrarlos armoniosamente para que los resultados sean óptimos.



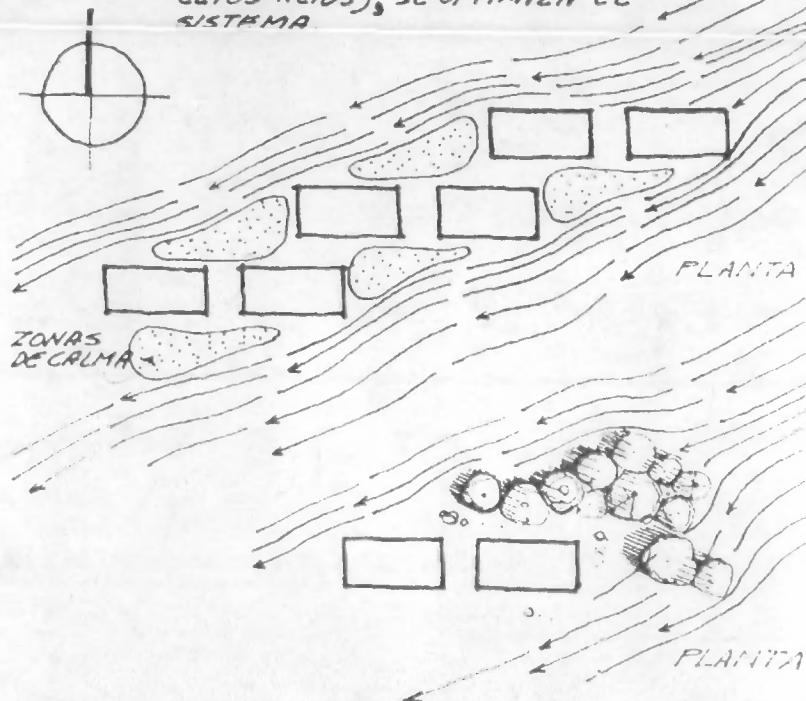
# 4.1 TRAZO Y DISTRIBUCIONES

## 4.1.1 ORIENTACION: - VIENTO Y SOLEAMIENTO - HUMEDAD

COMO NORMA BASICA GENERAL, LA EDIFICACION DEBERA ORIENTARSE CON SUS PACHADAS AL NORTE Y AL SUR, CON SU EJE MAYOR EN DIRECCION ESTE-OESTE PARA REDUCIR AL MAXIMO LA EXPOSICION AL SOL, Y LA ENTRADA DEL VIENTO CALIENTE POLVORIENTO.



UBICANDO LAS EDIFICACIONES EN DIRECCION DEL VIENTO, UNA TRAS OTRA, SE PROTEGEN MUTUAMENTE DEL AIRE CALIENTE. PUES LOS EDIFICIOS QUE RECIBEN EL IMPACTO DIRECTO, PROVOCAN UNA ZONA DE CALMA SOBRE LOS QUE LE SIGUEN. Y SI A LA VEZ ESTOS PRIMEROS SE PROTEGEN CON BARRERAS NATURALES (ARBOLEDAS, MONTAÑAS ETC.), O INGENIADAS (MURDOS, CETOS ALTOS), SE OPTIMIZA EL SISTEMA



ELEVACION

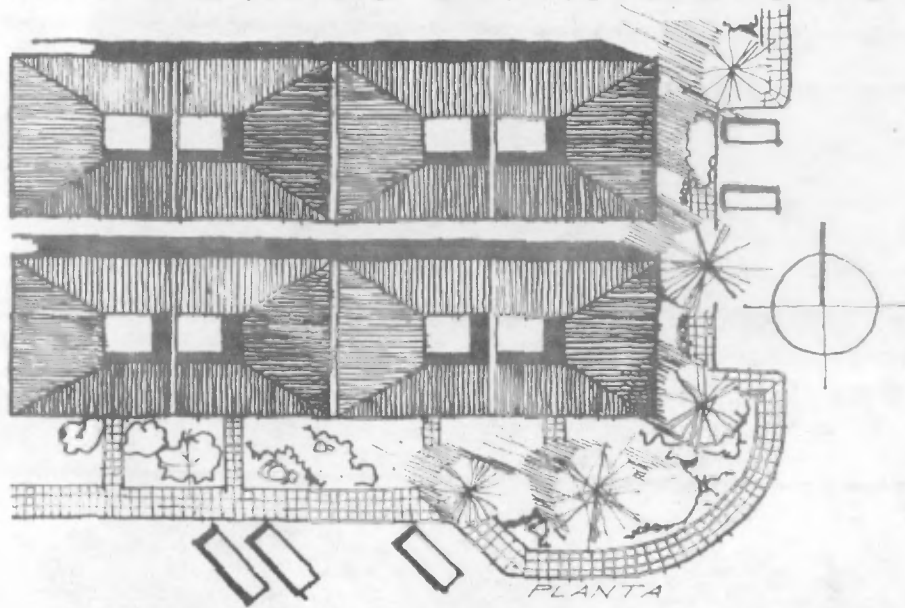
LA TRAYECTORIA VERTICAL DE LA MASA DE AIRE TAMBIEN ES ALTERADA, PRODUCIENDO ZONAS DE CALMA EN LAS DEMAS EDIFICACIONES.



ELEVACION

LO QUE SE OPTIMIZA CON ARBOLEDAS, U OTRAS BARRERAS, DISMINUYENDO EL IMPACTO DIRECTO DEL VIENTO CALIDO SOBRE LAS EDIFICACIONES. ADEMAS, LOS ARBOLES, ESTANQUES ETC. REFRESCAN EL AIRE.

## 4.1.2 ESPACIOS ENTRE EDIFICIOS



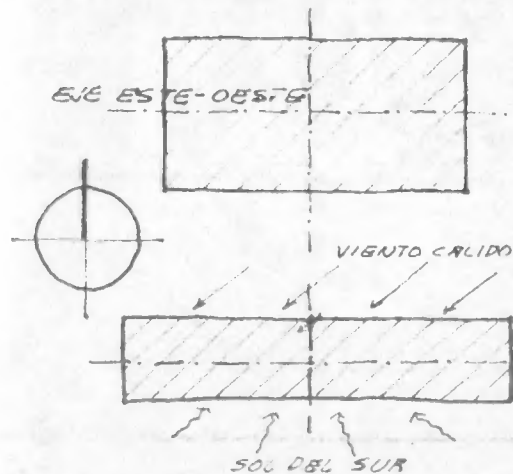
EN PROYECTOS HABITACIONALES DEBE PROCURARSE AGRUPAR LAS EDIFICACIONES, DISEÑANDO PARQUES GENERALES Y CAMINAMIENTOS ENTRE VIVIENDAS, CON ESTO SE LOGRA RESGUARDO MUTUO DEL SOL Y EL VIENTO.

POR NORMA GENERAL, EL ESPACIAMIENTO ENTRE LAS EDIFICACIONES DEBERA REDUCIRSE AL MAXIMO, AGRUPANDOLAS COMPACTAMENTE A FIN DE LOGRAR PROTECCION MUTUA CONTRA LAS INCIEMENCIAS DEL CLIMA.

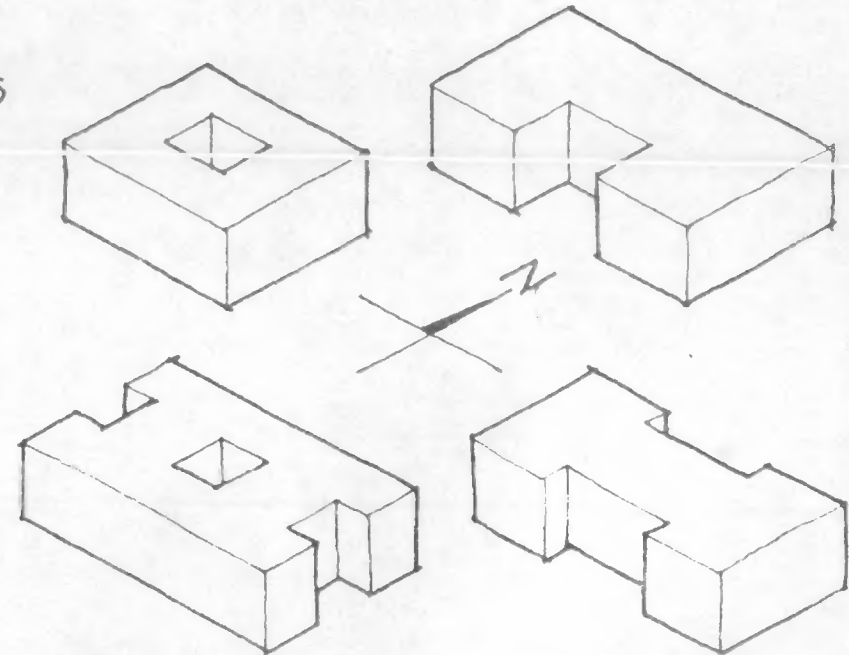
## 4.1.3 FORMA Y MASA DE EDIFICIOS

EN EL CLIMA CALIDO SECO Y PRINCIPALMENTE EN ZONAS ARIDAS, LAS FORMAS MASIVAS SON MAS VENTAJOSAS, DEBIDO A QUE EL IMPACTO EXTERNO SE TORNA PELIGROSAMENTE ADVERSO, DEBIENDO PROCURAR EL RESGUARDO DEL VOLUMEN POR MEDIO DE MASAS. PERO SI ES DEMASIADA LA DIFERENCIA ENTRE LA RELACION LARGO-ANCHO, SE EXPONDRÁ MAS LA EDIFICACION A LAS CONDICIONES EXTERNAS.

POR LO QUE LAS FORMAS ALARGADAS SOBRE EL EJE ESTE-OESTE EN PROPORCIONES NORMALES (1:1.5, 1:2), SE ADAPTAN MAS FACILMENTE.

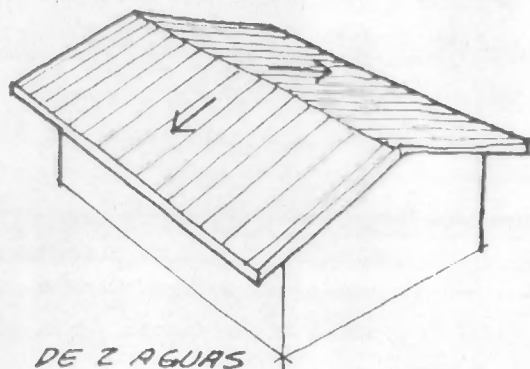


CON FORMAS DEMASIADO ALARGADAS, SE ELIMINA LA PROTECCION MUTUA ENTRE AMBIENTES.

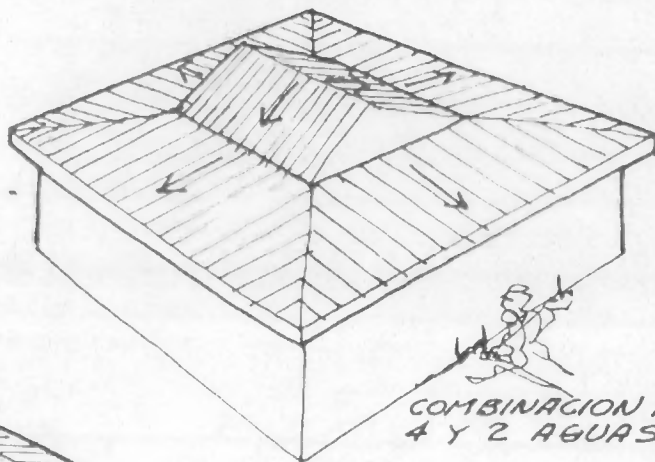


LAS EDIFICACIONES MASIVAS, ANCHAS Y ALARGADAS SOBRE EL EJE ESTE-OESTE SON LAS MAS EFICIENTES EN ESTE TIPO DE CLIMA.

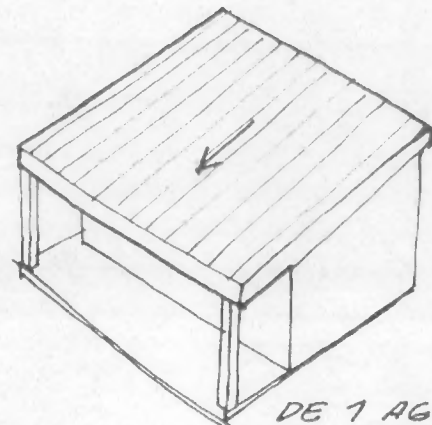
FORMAS DE CUBIERTAS MAS USUALES EN LA REGION.



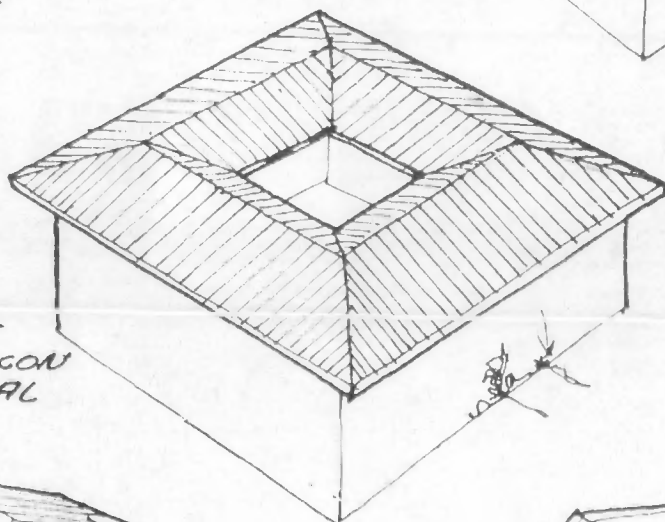
DE 2 AGUAS



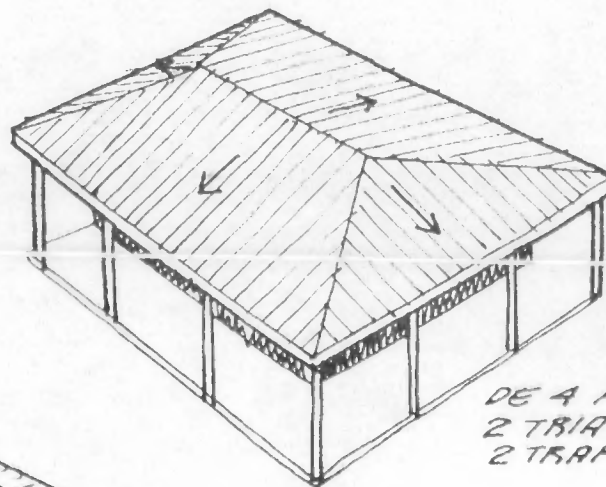
COMBINACION DE 4 Y 2 AGUAS



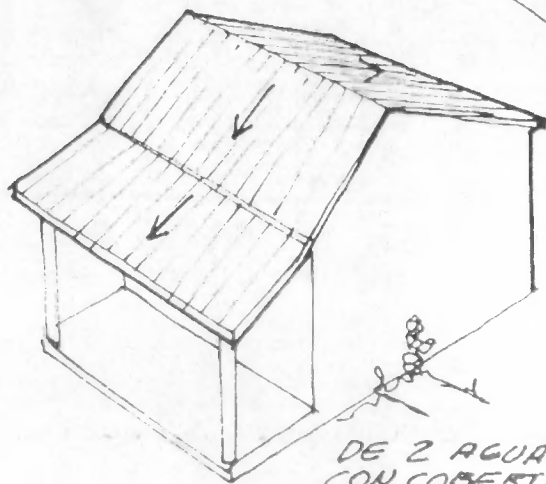
DE 1 AGUA CON COBERTIZO



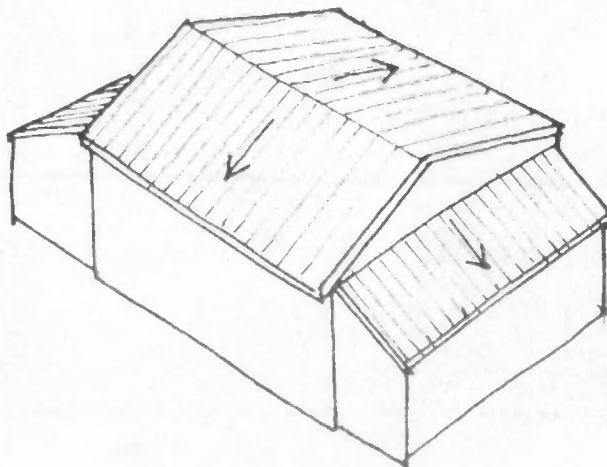
DE 8 AGUAS CON PATIO CENTRAL



DE 4 AGUAS EN 2 TRIANGULOS Y 2 TRAPEZIOS



DE 2 AGUAS CON COBERTIZO

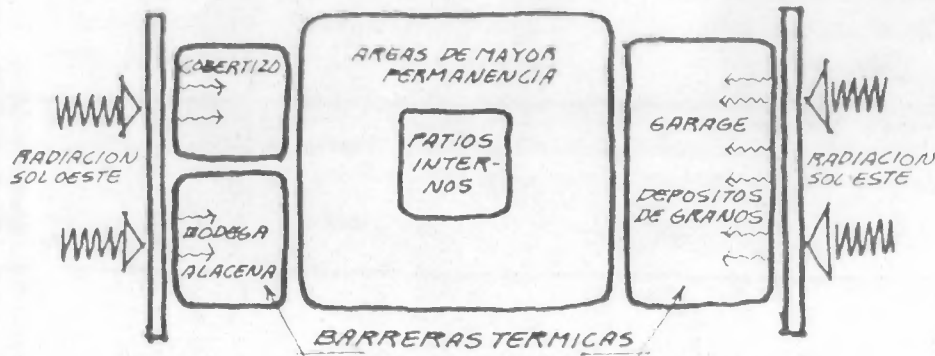


COMBINACION DE 2 AGUAS CON COBERTIZOS DE 1 AGUA

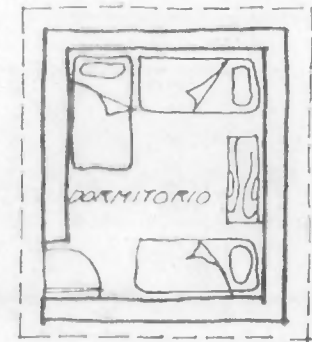
# 4.1.4 PLANIFICACION INTERIOR

LA PLANIFICACION INTERNA DE LA EDIFICACION ES MUY IMPORTANTE. HAY QUE ORDENAR LOS AMBIENTES DE TAL MANERA QUE SE DEN PROTECCION MUTUA.

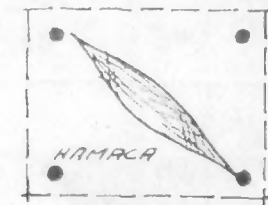
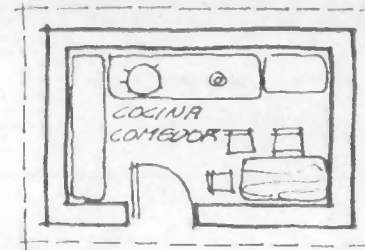
LOS ESPACIOS O AREAS NO HABITABLES SON EFICACES COMO BARRERAS TERMICAS, DEBEN COLOCARSE AL ESTE Y AL OESTE.



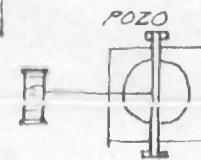
## VIVIENDA EN ESTANZUELA-ZACAPA



PLANTA DE CONJUNTO



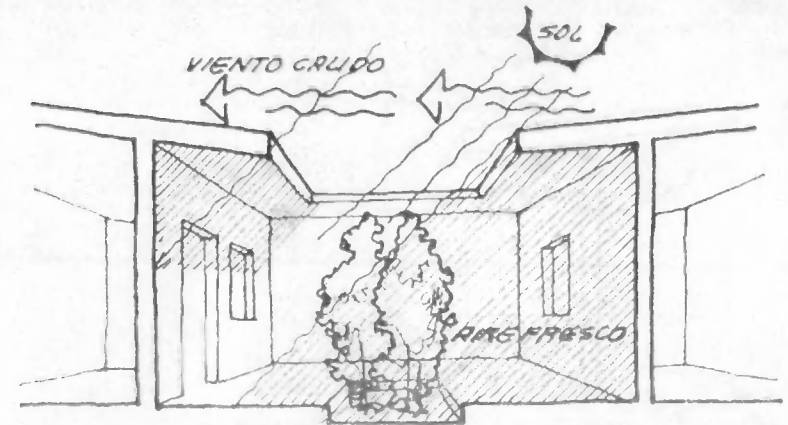
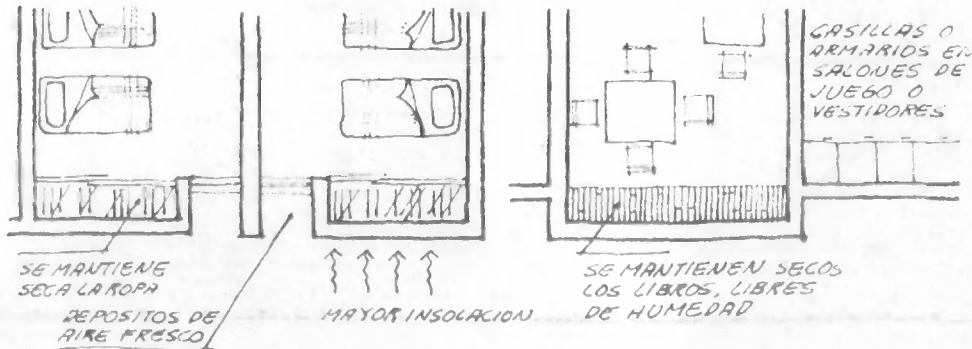
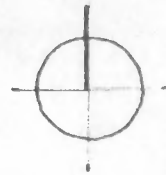
PUERTA



POZO

NO ES CONVENIENTE QUE LOS ELEMENTOS DE LA EDIFICACION ESTEN DISPERSOS EN EL TERRENO, PUES ESTO HACE QUE EL VIENTO CALIENTE CORRA ENTRE ELLOS, Y EVITA LA PROTECCION MUTUA CONTRA LA RADIACION.

LAS AREAS O ESPACIOS DE LOS AMBIENTES HABITABLES QUE PUEBAN SERVIR COMO BARRERAS TERMICAS, TALES COMO CLOSETS, ESTANTES DE LIBROS, ETC., FUNCIONARAN MEJOR SI SE LES UBICA HACIA EL SUR.



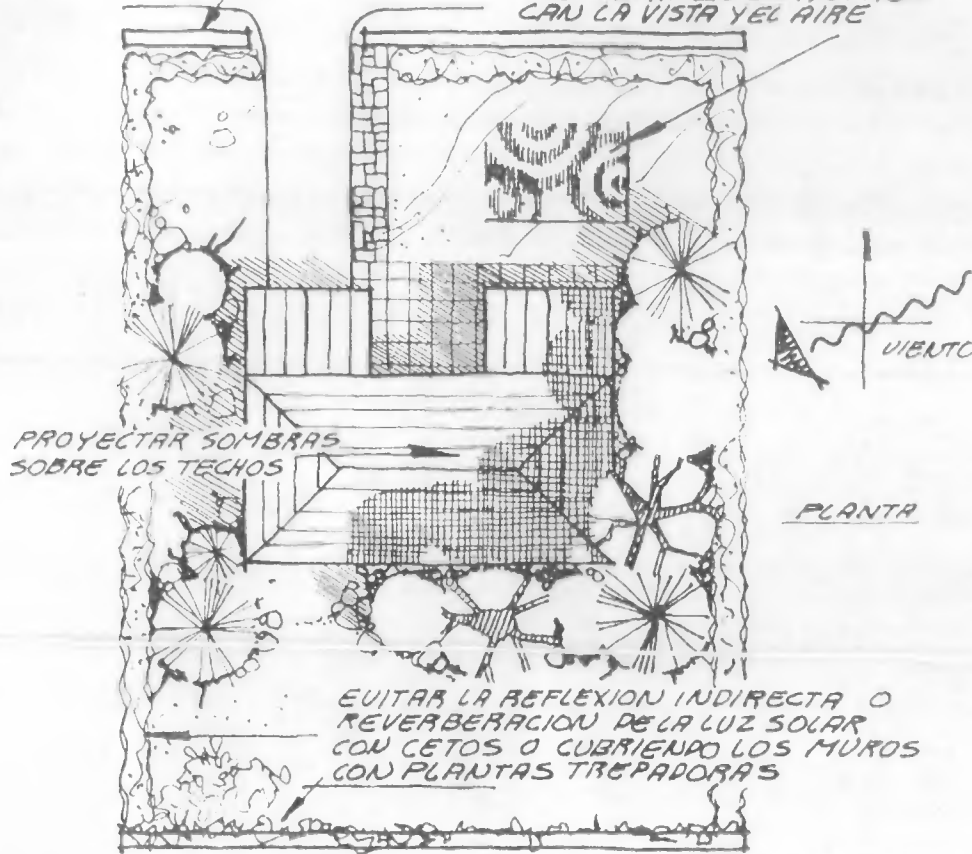
LOS PATIOS INTERNOS DEBEN SER LOS ESPACIOS ABIERTOS OPTIMOS EN ESTE CLIMA. SE DEPOSITA AIRE FRESCO Y SE PROTECTAN SOMBRAS SOBRE PAREDES Y SUELOS.



# 4.1.5 VEGETACION

EVITAR LA ENTRADA DE POLVO CON PLANTAS ADECUADAS O CON MUROS QUE MODEEN LA EDIFICACION.

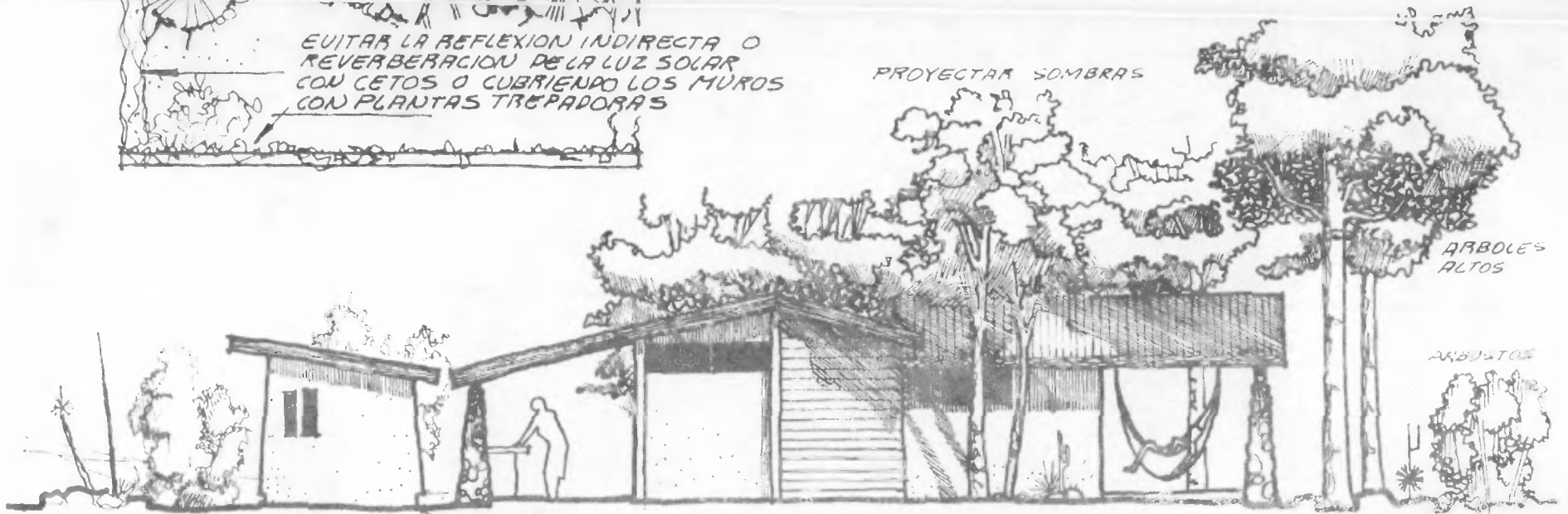
LA VEGETACION EN GENERAL Y LOS ESTANQUES REFRESCAN LA VISTA Y EL AIRE



LA VEGETACION ES MUY IMPORTANTE, Y MAS AUN CUANDO SE TRATA DE EDIFICACIONES AISLADAS QUE NO CUENTAN CON LA PROTECCION QUE DAN OTRAS CONSTRUCCIONES. LO QUE SUCEDE MUCHO EN EL AMBITO RURAL.

EN EDIFICACIONES PARTICULARES, LOS EFECTOS DE LA RADIAcion DIRECTA DE OTROS EDIFICIOS, PAVIMENTOS, ETC. SE EVITAN CERRANDO LAS AREAS EXTERIORES CON MUROS PROTEGIDOS POR SOMBRAS. SE LOGRA ALIVIO VISUAL Y PSICUICO CON ESTANQUES Y JARDINES.

PROYECTAR SOMBRAS





VEGETACION UTILIZABLE EN LA REGION (FRONDOSA Y SEMIFRONDOSA)

	NOMBRE.(COMUN Y CIENTIFICO)	DESCRIPCION	ALTURA (METROS)	ALTITUD S. N. M. DONDE SE DA	MEJOR UTILIZACION (1)	
					A	B
1	CADENO (LONGEPEDATA)	ARBOL	12 >	300 <		XX
2	CAMPECHE (HAEMATXYLON CARRILETTO)	ARBUSTO & ARBOL	5 <		XX	
3	CHAPARRO (CURATELLA AMERICANA)	ARBUSTO & ARBOL	HASTA 6M.		XX	
4	CHAPERNO BLANCO (VELUTINA)	ARBOL	5-10	250-1,000		XX
5	COLA DE IGUANA	ENFEDO	—	700 <	XX	
6	CHICO (MAMILCARRA ACHRAS)	ARBOL	HASTA 40M.			XX
7	CONACASTE, GUANACASTE (ENTEROLOBIUM CICLOCARR)	ARBOL	30-35	300 <		XX
8	ESPINO NEGRO SAREPINO (A. PENNATULA)	ARBUSTO & ARBOL	2-6	250-2300	XX	
9	FLAVA (SPRENG)	ARBUSTO & ARBOL	3-5	300-875	XX	
10	GUASCANOL (A. COOKII)	ARBUSTO & ARBOL	HASTA 9	850 <	XX	XX
11	GUAJE, YOJE (A. OLEAMII)	ARBUSTO & ARBOL	2-9	200-2250	XX	XX
12	GUAYACAN (GUAIAECUM SANCTUM)	ARBOL	HASTA 10			XX
13	HOJASEN (CRESALPINIA PULCHERRIMA)	ARBUSTO & ARBOL	HASTA 5		XX	
14	HOJA DE AIRE, FLOR DE AIRE (PINNATUM)	ARBUSTO	1.5		XX	
15	JAGUAY (PITTIECOLOBIUM DULCE)	ARBUSTO & ARBOL	2-10		XX	XX
16	JOCOTE MARANON (ANACARDIUM OCCIDENTALE)	ARBOL	HASTA 10			XX
17	LENGUA DE BUEY (POLYSTACHIA)	HATORRAL, ENFEDO	—	900 <	XX	
18	MAMEY (LLAMMER AMERICANA)	ARBOL	HASTA 15			XX
19	MANGO (MANGIFERA INDICA)	ARBOL	10-15			XX
20	MOTAESPIÑA, ESPINITO (ZACAPANA)	ARBUSTO & ARBOL	3-5	200-900	XX	XX
21	MUJUL (GEIBA RESCULIPLIA)	ARBOL	15			XX
22	NACASCOL (CRESALPINIA CORIARIA)	ARBOL	6-10	280		XX
23	QUEBRACHO (A. CENTRALIS)	ARBOL	6	180		XX
24	SUNZAPOTE (PLATYPUS FRITSCH)	ARBOL	6-9	200		XX
25	TINTA BLANCA, YAX-EC. MAYA (LENGOSPERMUM)	ARBUSTO & ARBOL	10 <	650 <	XX	XX
26	TORTUOSA	ARBUSTO	1.5-5	200	XX	
27	UPAI (COROLIA DENTATA)	ARBUSTO & ARBOL	HASTA 15		XX	XX
28	ZAPOTE (POUTERIA HAMMOSA)	ARBOL	HASTA 30			XX

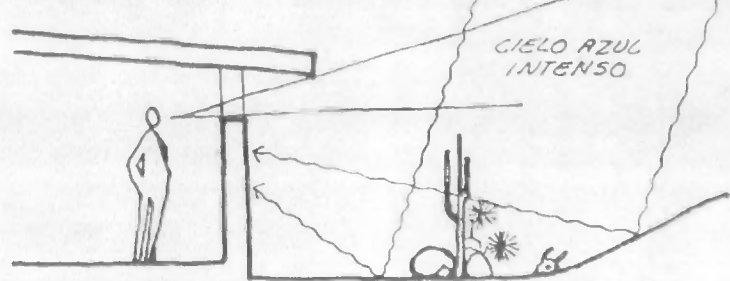
(1) A: AL NORTE, NORESTE, PROTECCION CONTRA VIENTO CALIDO  
AL SUR, SUR-ESTE, SUROESTE, PROTECCION CONTRA  
DESLUMBRAMIENTOS Y REFLEJOS

B: ESTE, SUR-ESTE, SUR, SUR-OESTE, OESTE, PRO-  
TECCION ENCUBIERTA Y MUROS CONTRA RADIA-  
CION SOLAR DIRECTA. SOMBRAS.

# 4.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

## 4.2.1 PROPORCIONES Y FORMAS: - PUERTAS, VENTANAS, ABERTURAS Y CELOSIAS

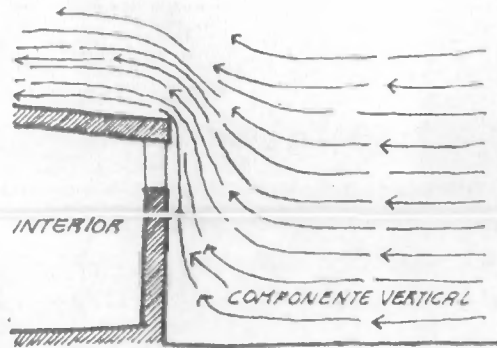
EN LUGARES DONDE EL PAISAJE SEA ARIDO, LAS VENTANAS DEBERAN DIRIGIR LA VISTA AL CIELO AZUL Y EVITAR LA REVERBERACION DE LA LUZ SOLAR.



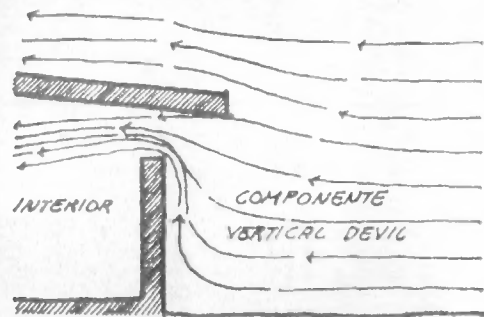
- CUBIERTAS Y MUROS



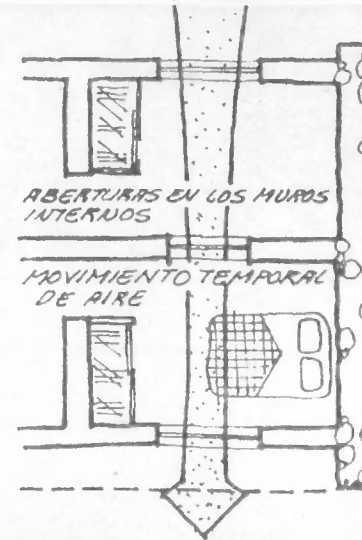
CUANDO EL PAISAJE NO SEA HOSTIL, PODRAN DISPONERSE ABERTURAS A LA ALTURA DEL CUERPO, PROCURANDO QUE EL VIENTO SE REFRESCUE ANTES DE ENTRAR A LAS HABITACIONES CON PLANTAS, ESTANQUES ETC.



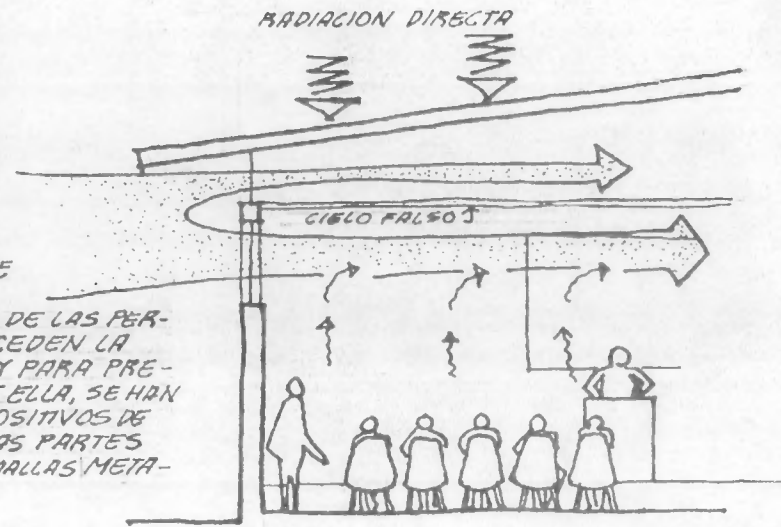
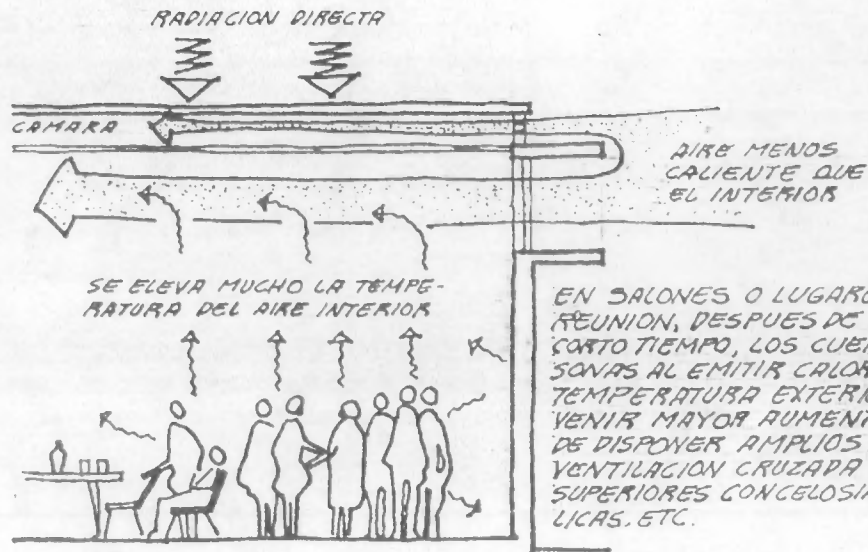
LAS ABERTURAS ORIENTADAS AL NORTE O NOR-ESTE (LADO EXPUESTO AL VIENTO), Y SIN NINGUNA FUENTE DE AIRE FRESCO, DEBERAN ESTAR UBICADAS EN LA PARTE ALTA DEL MURO, DEBIDO A QUE LA FUERZA RESULTANTE EN ESE PUNTO, TIENE UNA COMPONENTE VERTICAL MUY FUERTE, LO CUAL IMPIDE LA PENETRACION DEL MISMO.



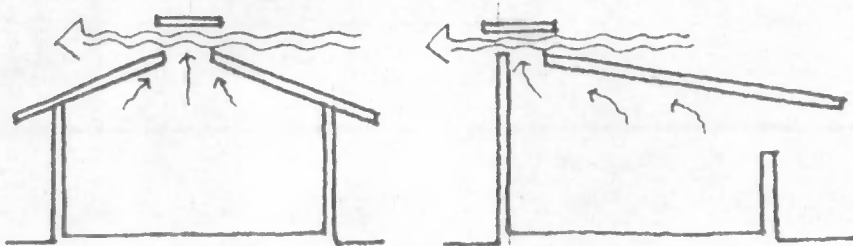
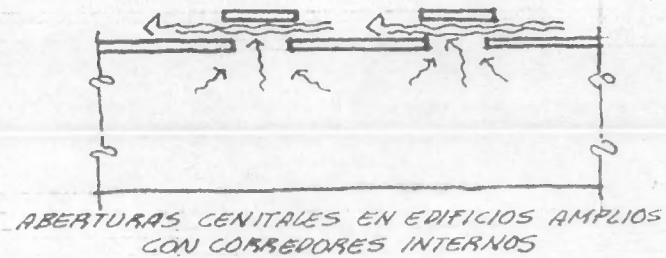
LA COLOCACION DE ALEROS O VOLADIZOS AL NORTE (INNECESARIOS), DEBILITA LA COMPONENTE VERTICAL DEL VIENTO, Y HACE QUE PENETRE AIRE CALIENTE AL INTERIOR, FRECUENTEMENTE ACOMPAÑADO DE POLVO.



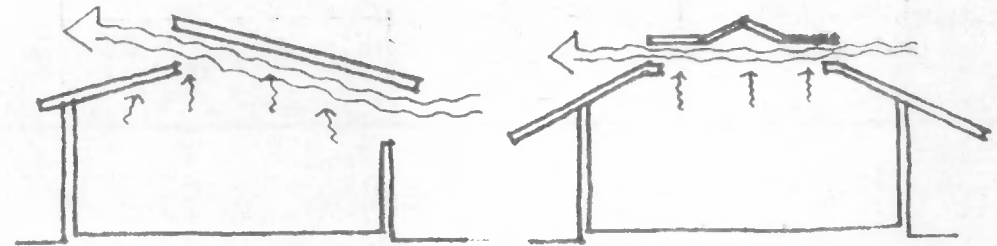
LOS MUROS INTERNOS DEBERAN TENER ABERTURAS, COMO DISPOSITIVO TEMPORAL DEL MOVIMIENTO DE AIRE QUE SE HACE INDISPENSABLE EN LOS MESES DE JUNIO Y JULIO POR SU MAYOR HUMEDAD DEBIDO A QUE ES REQUERIDO UN ALMACENAMIENTO TERMICO ENTRE 6 Y 10 MESES, LAS ABERTURAS DEBERAN SER PEQUEÑAS: 10-20% DEL AREA DEL MURO; 6 MEDIANAS: 20-35% PERO PROTEGIDAS CON CONTRAVENTANAS DE ALTA CAPACIDAD TERMICA.



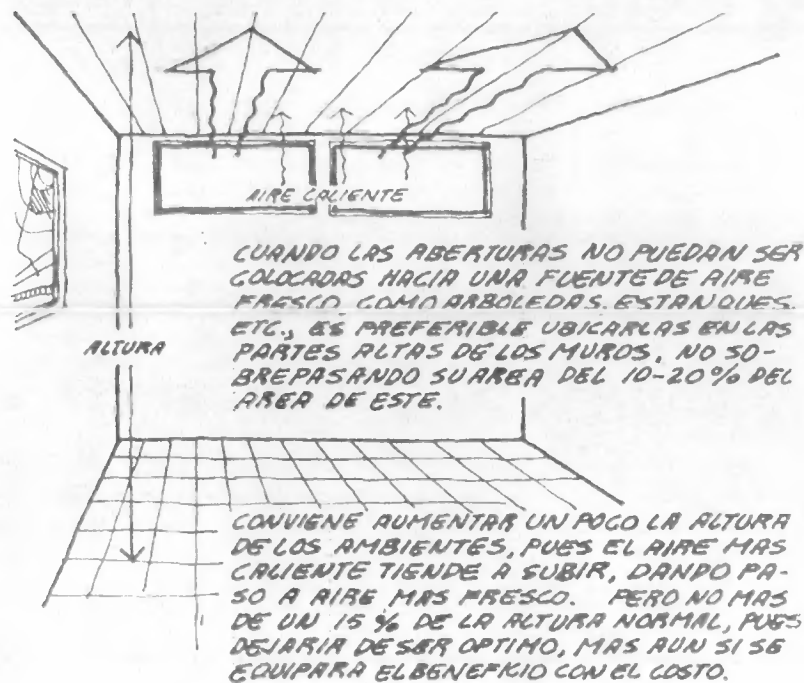
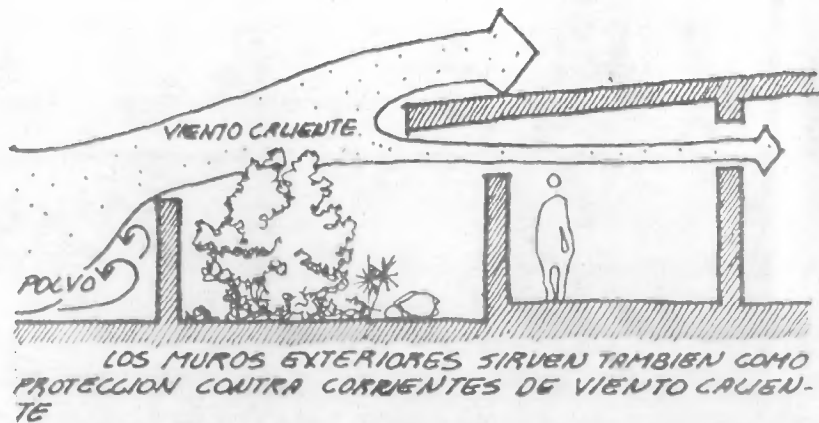
LA VENTILACION POR CHIMENEA EN LA CUBIERTA, ES MUY VENTAJOSA. EL HUMO DE LAS COCINAS, Y EL AIRE CALIENTE VICIADO, SE ELEVAN A LA PARTE SUPERIOR DE LOS AMBIENTES; Y UNA ABERTURA EN LA CUBIERTA QUE PERMITA LA SALIDA DE ESTE AIRE LLEVADO POR LA CORRIENTE EXTERIOR, MANTENDRA LOS ESPACIOS FRESCOS, NO PERMITIENDO QUE SE ACUMULE CALOR.



CHIMENEA CENTRALES O LATERALES EN AMBIENTES SOCIALES

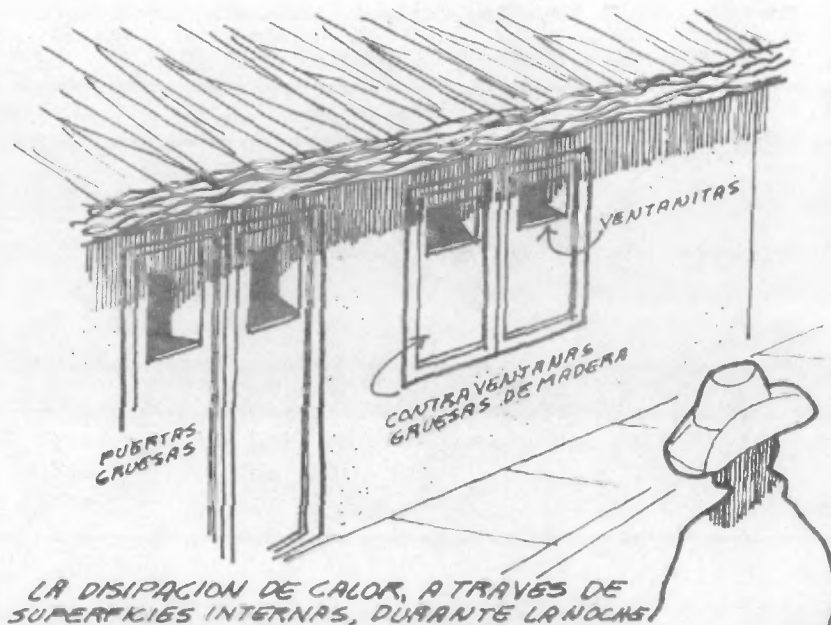


ABERTURAS CORRIDAS O ESPACIADAS A LO LARGO DEL EJE PRINCIPAL DE LAS EDIFICACIONES

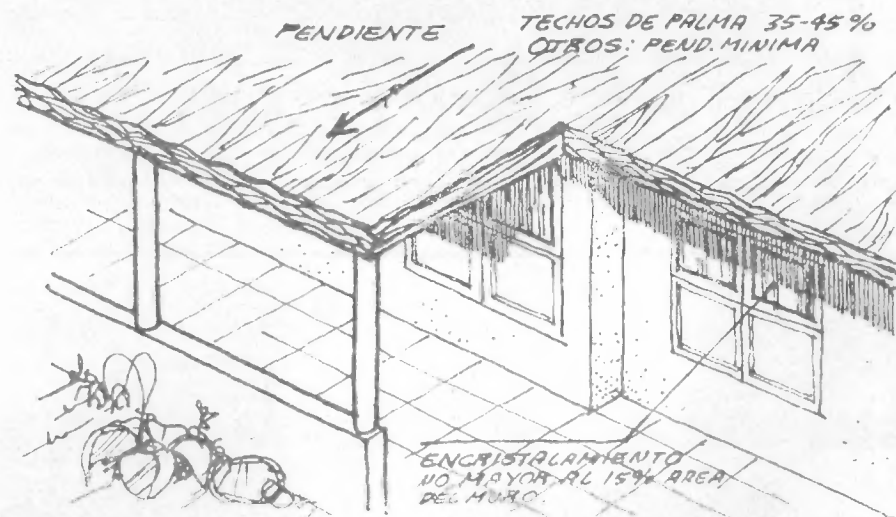


LOS ENCRISTALAMIENTOS MUY GRANDES NO SON BENEFICIOSOS, PUES SI SE MANTIENEN CERRADOS CREAN EL EFECTO DE INVERNADERO.

DEBIDO A LA Poca PLUVIOSIDAD (40MM AL AÑO), NO ES NECESARIO DARLE MAYOR PENDIENTE A LAS CUBIERTAS. EXCEPTO CUANDO SE TRATE DE PALMA O PAJA, DEBIDO A LO LENTO DEL ESCURRIMIENTO, DEBERAN TENER ENTRE 35 Y 45% DE PENDIENTE.



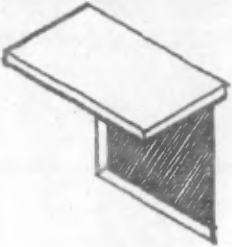
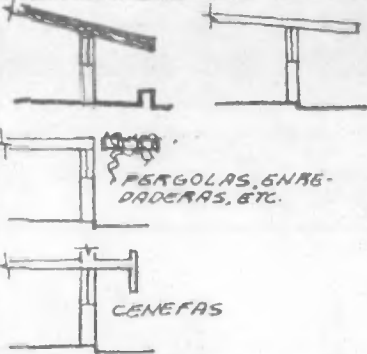
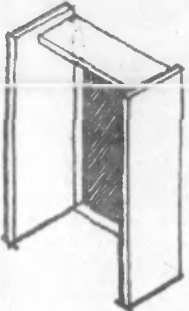
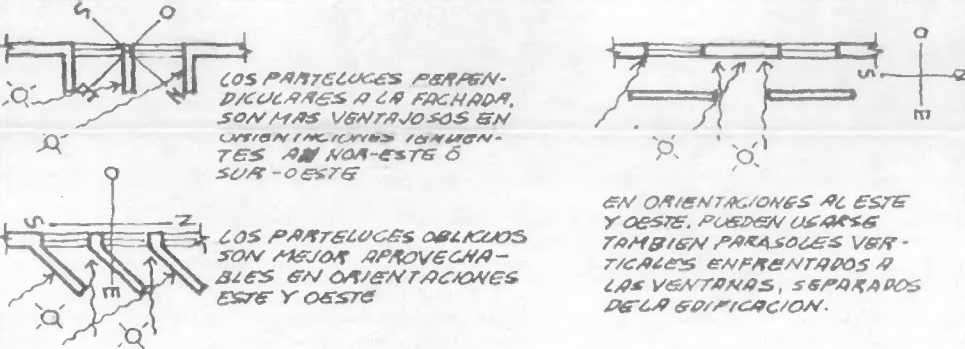
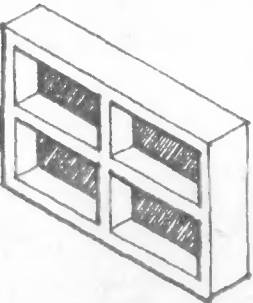
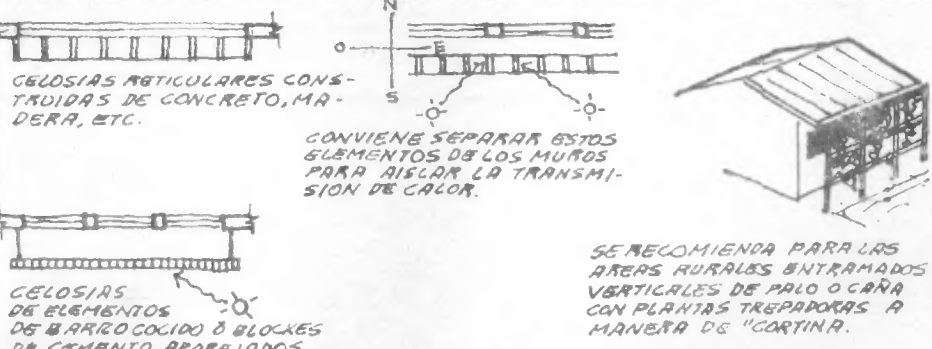
LA DISIPACION DE CALOR, A TRAVES DE LAS SUPERFICIES INTERNAS, DURANTE LA NOCHE DEBE ACTIVARSE MEDIANTE UNA BUENA VENTILACION. LAS ABERTURAS DEBERAN SER SUFICIENTEMENTE GRANDES, LO CONTRARIO QUE EN EL DIA. UNA SOLUCION BASTANTE ACEPTABLE Y TIPICA EN LA REGION, ES CONSTRUIR VENTANAS CON CONTRAVENTANAS GROSAS DE MADERA, A LAS CUALES SE LES HACEN OTRAS "VENTANITAS" QUE SE MANTIENEN ABIERTAS DURANTE EL DIA, AL "LLEGAR" LA NOCHE, SE ABRE LA VENTANA POR COMPLETO. OTRA SOLUCION PODRIA SER CONSTRUIR VARIAS VENTANAS (7.2.2) QUE EN CALMA NO SOBREPASEN EL AREA REQUERIDA, Y MANTENER SOLO UNA ABIERTA DURANTE EL DIA.





**-PARTELUCCES O PARASOLES, CELOSIAS**

LAS DIMENSIONES, POSICIONES Y COMBINACIONES DE LOS ELEMENTOS PARA SOLAR QUE SE DESCRIBEN A CONTINUACION, SERAN PRODUCTO DE UN ANALISIS PARA CADA CASO, DE LOS ANGULOS DE INCIDENCIA SOLAR SEGUN LAS POSICIONES DE LAS FACHADAS, COMO SE DETALLA EN EL USO DE LA CARTA SOLAR.

TIPO	PROTECCION	FORMAS
<p><b>HORIZONTAL</b></p> 	<p>DAN PROTECCION SEGMENTADA DEL FIRMAMENTO. EN NUESTRO CASO, SON MAS EFICIENTES HACIA EL SUR, O EN ORIENTACIONES TENDIENTES A EL.</p>	 <p>SALIENTES DEL MISMO MATERIAL DE LA CUBIERTA.</p> <p>PUEDEN SER ELEMENTOS SEPARADOS DE LA EDIFICACION, EN EL AREA RURAL, PUEDEN CONSTRUIRSE ENTAMADOS HORIZONTALES DE MADERA O PALOS, PARA COLOCAR PLANTAS, COMO PALMAS, O ENREDADERAS.</p> <p>LAS CENEFRAS SON MAS VENTAJOSAS COMO ELEMENTOS REPETITIVOS EN EDIFICACIONES MAS FORMALES DE VARIOS NIVELES.</p>
<p><b>VERTICAL</b></p> 	<p>DAN UNA PROTECCION RADIAL DE LOS RAYOS SOLARES. FUNCIONAN MUY BIEN HACIA EL ESTE Y HACIA EL OESTE, EN EL CASO DE IMPOSIBILIDAD DE ORIENTACIONES MAS ADSCLUADAS.</p>	 <p>LOS PARTELUCCES PERPENDICULARES A LA FACHADA, SON MAS VENTAJOSOS EN ORIENTACIONES IGNERNTES AL NOA-ESTE O SUR-OESTE</p> <p>LOS PARTELUCCES OBLIQUOS SON MEJOR APROVECHABLES EN ORIENTACIONES ESTE Y OESTE</p> <p>EN ORIENTACIONES AL ESTE Y OESTE, PUEDEN USARSE TAMBIEN PARASOLES VERTICALES ENFRENTADOS A LAS VENTANAS, SEPARADOS DE LA EDIFICACION.</p>
<p><b>CELOSIA</b></p> 	<p>BRINDAN PROTECCION COMBINADA DE TIPO VERTICAL Y HORIZONTAL. SON OPTIMOS PARA ORIENTACIONES TENDIENTES AL SUR EN CLIMAS CALIDOS.</p>	 <p>CELOSIAS ARTICULARES CONSTRUIDAS DE CONCRETO, MADERA, ETC.</p> <p>CONVIENE SEPARAR ESTOS ELEMENTOS DE LOS MUROS PARA AISLAR LA TRANSMISION DE CALOR.</p> <p>CELOSIAS DE ELEMENTOS DE BARRIDO COCIDO O BLOQUES DE CEMENTO APAREJADOS</p> <p>SE RECOMIENDA PARA LAS AREAS RURALES ENTAMADOS VERTICALES DE PALO O CAÑA CON PLANTAS TREPADORAS A MANERA DE "CORTINA".</p>



#### 4.2.2 TRANSMISION TERMICA

Esta parte del trabajo es bastante importante, en ella se analiza la transmisión de calor en los principales elementos constructivos, cubiertas, muros, suelos y áreas exteriores.

En el caso de los muros que se presentan a continuación, todos los ejemplos llenan los requerimientos térmicos, pues su constitución es derivada de ellos. Esto no quiere decir que otro tipo de materiales no sean adecuados o no se puedan adecuar. En tal caso habrá que hacer un análisis particular según se procede aquí. Tampoco significa que sólo el material sea el adecuado y no la forma de usarlo. Por ejemplo los muros simples de ladrillo a soga, que son los normales, no llenan los requisitos de transmisión para la región, pues su resistencia es tan sólo un tercio de la deseada. Pero se puede lograr la requerida si se colocan los ladrillos de tal forma que el ancho del muro sea entre 25 y 30 centímetros. Esto por supuesto, es menos económico, pero si se ha de usar satisfactoriamente debemos basarnos en el análisis.

Como se verá en este capítulo, las cubiertas que normalmente se usan en la región no son adecuadas, y aquí se hace un análisis de ellas, recomendando las más convenientes y la forma de adecuar las de otro tipo.

Bastará pues si se desea obtener buenos resultados de confort en las edificaciones de la zona, tomar en cuenta estos análisis y apegarse a ellos lo mejor posible. O seguir el método de análisis explicado, en aquellos casos no expuestos aquí.

Recalcando en los requerimientos de transmisión térmica a los cuales se llegó después del análisis, tenemos.

Resistencia deseada en los muros:  $0.50 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Resistencia deseada en las cubiertas:  $1.18 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

# MUROS DE LADRILLO

LOS MUROS DE LADRILLO DE 0.29 y 0.23 DE ANCHO NO NECESITAN RECUBRIMIENTOS, COMO REPELLO, PARA TENER LA RESISTENCIA ADECUADA. ESTO PUEDE PERMITIR ACABADOS DE LADRILLO VISTO EN AMBAS CARAS.

PARA LOGRAR ESTE ANCHO EN LOS MUROS, EXISTEN VARIOS TIPOS DE APAREJO. PUEDEN LEVANTARSE DE PUNTA, DOS SOGAS, PUNTA y HILADAS COMBINADAS DE PUNTA Y DOBLE SOGA, COMO EL APAREJO EN PIGLES.

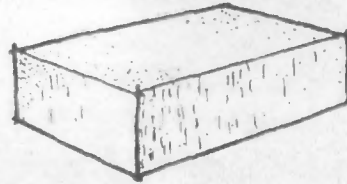
## RESISTENCIA:

MURO DE 0.23:

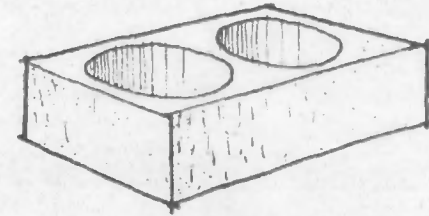
SUPERFICIE INTERIOR	0.123
LADRILLO 0.23 x 0.66	0.348
SUPERFICIE EXTERIOR	0.055
<b>Rt.</b>	<b>0.526</b>

MURO DE 0.29

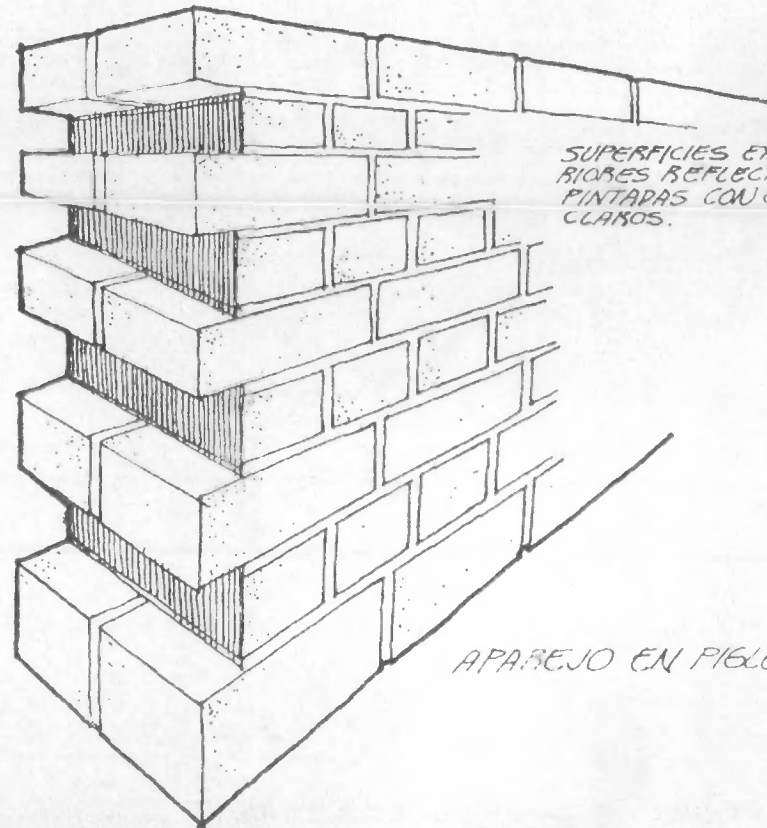
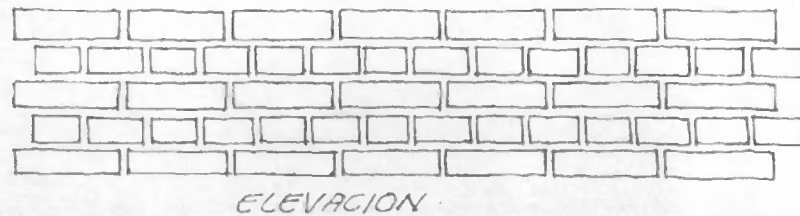
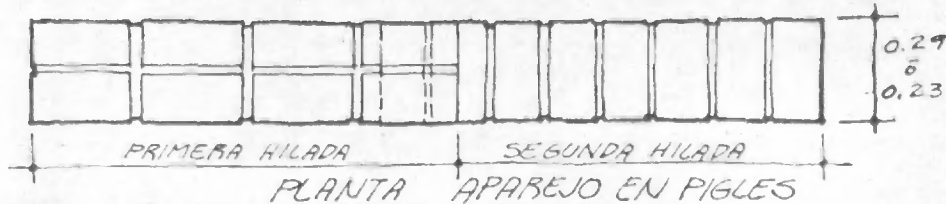
SUP. INTERIOR	0.123
LADRILLO 0.29 x 0.66	0.439
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>Rt.</b>	<b>0.617</b>



LADRILLO TAYUYO DE 6x11x23



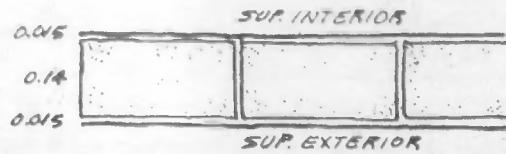
LADRILLO TUBULAR DE 6.5x14x29



SUPERFICIES EXTERIORES REFLECTANTES. PINTADAS CON COLORES CLAROS.

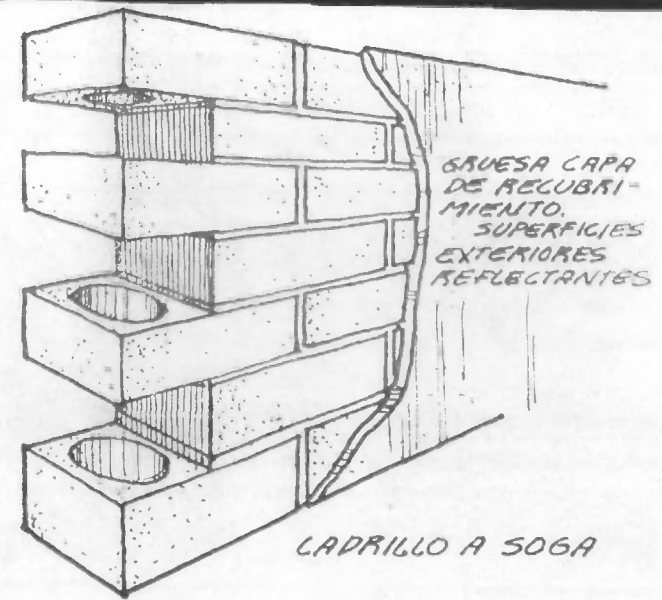
### MURO DE LADRILLO DE 0.14 DE ANCHO.

SI SE QUIEREN HACER LOS MUROS, SOLO A SOGA SIMPLE, ESTOS DEBERAN ESTAR FORMADOS CON LADRILLO DE 0.14 DE ANCHO COMO MINIMO, ADEMÁS DEBERA INCREMENTARSE SU RESISTENCIA CON, POR LO MENOS, UN CENTIMETRO Y MEDIO DE REPELLO EN AMBAS CARAS.



**RESISTENCIA:**

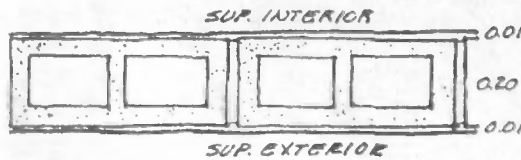
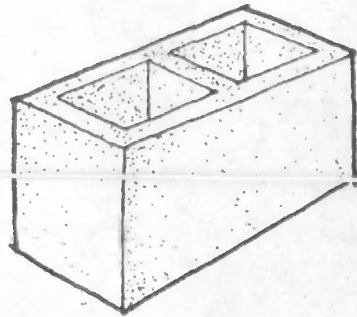
SUP. INTERIOR	0.123
R+C ARENA AMARILLA	0.015 ÷ 0.21
LADRILLO 0.14 ÷ 0.66	0.212
R+C 0.015 ÷ 0.26	0.077
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>R.T.</b>	<b>0.518</b>



LADRILLO A SOGA

### MUROS DE BLOCK

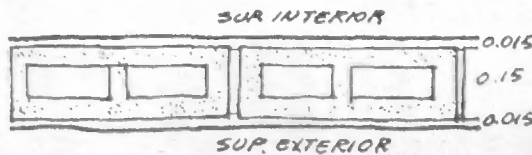
EL BLOCK, POR SER MENOS DENSO QUE EL LADRILLO, ES MENOR TRANSMISOR DEL CALOR. SIN EMBARGO, UN MURO DE BLOCK DE 0.20 DE ANCHO, NECESITA DE UN RECUBRIMIENTO DE MEZCLA (REPELLO) DE 0.01 EN AMBAS CARAS, PARA OBTENER LA RESISTENCIA DESEADA. SE PUEDE TENER CASI LA MISMA RESISTENCIA EN MUROS DE BLOCK DE 0.15, SI AMBAS CARAS DE ESTE, SE REPELLARRAN CON UN ESPESOR DE CENTIMETRO Y MEDIO COMO MINIMO.



**RESISTENCIA**

**MURO DE BLOCK DE 20 x 20 x 40**

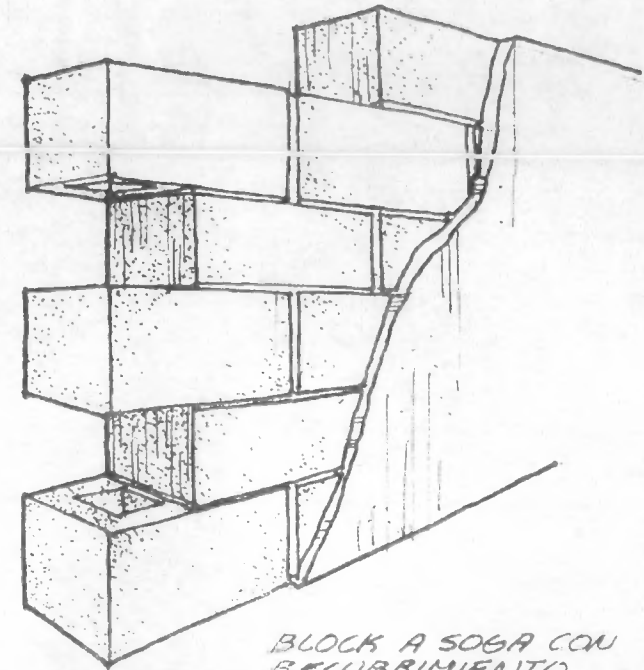
SUP. INTERIOR	0.123
R+C ARENA AMARILLA 0.01 ÷ 0.21	0.047
BLOCK	0.263
R+C 0.01 ÷ 0.26	0.038
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>R.T.</b>	<b>0.526</b>



**RESISTENCIA**

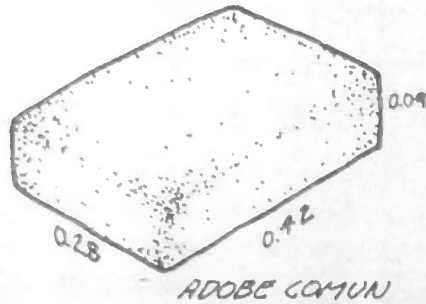
**MURO DE BLOCK DE 15 x 20 x 40**

SUP. INTERIOR	0.123
R+C 0.015 ÷ 0.21	0.071
BLOCK	0.197
R+C 0.015 ÷ 0.26	0.057
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>R.T.</b>	<b>0.503</b>



BLOCK A SOGA CON RECUBRIMIENTO

# MURO DE ADOBE COMUN

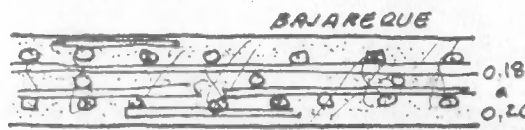


LOS MUROS DE ADOBE TIENEN POR SI SÓLOS UNA ALTA RESISTENCIA A LA TRANSMISION, DEBIDO A SU BAJO COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD. POR LO QUE REPRESENTA LA ALTERNATIVA EFICAZ CLIMATICAMENTE Y ECONOMICA POR EXCELENCIA CUANDO NO SE PUEDAN EMPLEAR MATERIALES ESTRUCTURALMENTE MAS RESISTENTES. ADEMÁS HEMOS VISTO QUE EL 50% DE LAS VIVIENDAS EN LA REGION ESTAN CONSTRUIDAS CON EL.

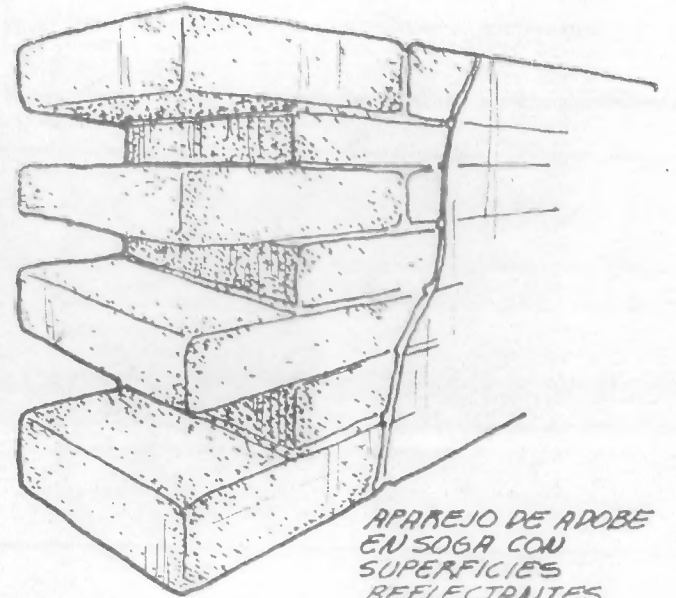
RESULTAN ESPECIALMENTE UTILES COMO MUROS CIRCUNDANTES (TAPIALES) QUE EVITAN DESLUMBRAMIENTOS Y ENTRADA DE POLVO DE LOS EXTERIORES.



RESISTENCIA:	
ADOBE 0.28 ÷ 0.54	0.518
MAS LAS DE LAS SUPERFICIES	

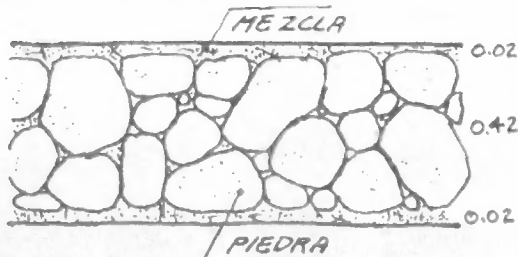
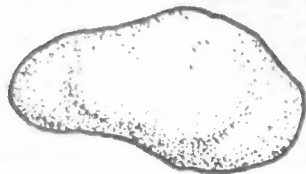


OTRO MATERIAL DE CONSISTENCIA PARECIDA Y USADO EN UN 30% DE LOS CASOS EN LA REGION, ES EL BAJAREQUE. UNA PARED DE BAJAREQUE QUE CONTIENGA UN 20% DE MADERA U OTROS MATERIALES VEGETALES, NECESITARA UN ESPESOR DE 18 A 20 CENTIMETROS PARA CUMPLIR CON LA RESISTENCIA REQUERIDA.

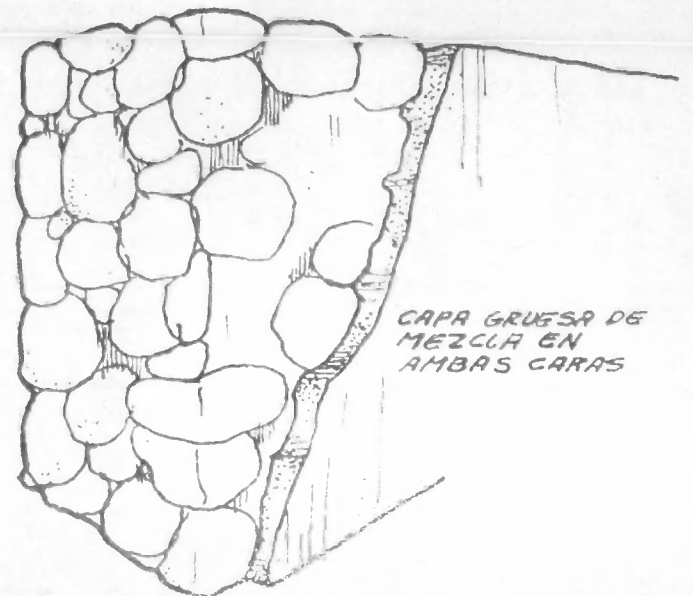


# MURO DE PIEDRA GRANITICA

LA PIEDRA DE GRANITO ENBRUTO (2,500 KG/M<sup>3</sup>), TIENE UN ALTO COEFICIENTE DE CONDUCCION TERMICA, POR LO QUE SU RESISTENCIA A LA TRANSMISION ES MUY POCa. SI SE QUIERE USAR ESTE MATERIAL (ACCESIBLE EN LA REGION, PERO CON MUY POCO USO), LOS MUROS DEBERAN SER SUFICIENTEMENTE GRUESOS (TAMPOCO SOBREPASAR LO RECOMENDADO, PUES PODRIA ACUMULAR EL CALOR), Y RECUBIERTOS DE GRUESAS CAPAS DE MEZCLA.



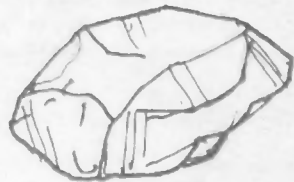
RESISTENCIA:	
SUP. INTERIOR	0.123
R+C ARE. AMB. 0.02 ÷ 0.21	0.095
PIEDRA	0.156
R+C	0.076
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>Rt.</b>	<b>0.505</b>



PIEDRA SOLA

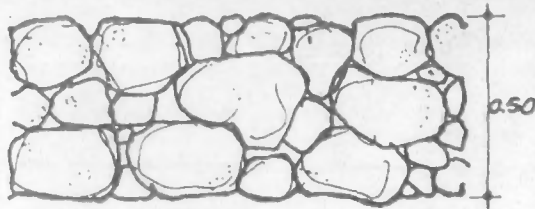


# MURO DE PIEDRA CALCAREA



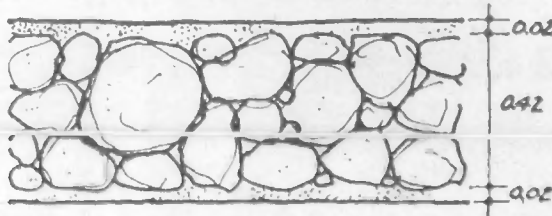
LA PIEDRA CALCAREA ES UN MATERIAL DE GRAN VISTOSIDAD EN ACABADO VISTO, Y BASTANTE ACESIBLE EN LA ZONA. PERO SU COEFICIENTE DE CONDUCCION ES MAS ALTO QUE EL DE EL ADOBE Y EL LADRILLO, POR LO QUE SE HACE NECESARIO QUE SEAN GROSOSOS O REVESTIDOS CON UNA CAPA GUESA DE MEZCLA.

## MURO DE PIEDRA CALCAREA EN BRUTO (EN ACABADO VISTO) PROTEGIDO DE LA LLUVIA



RESISTENCIA	
SUP. INTERIOR	0.123
PIEDRA	0.335
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>R.T.</b>	<b>0.513</b>

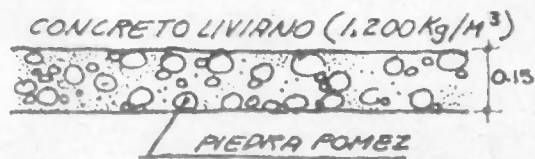
## MURO DE PIEDRA CALCAREA EN BRUTO (CON AMBAS CARAS REPELLADAS. EXPUESTO A LA LLUVIA.



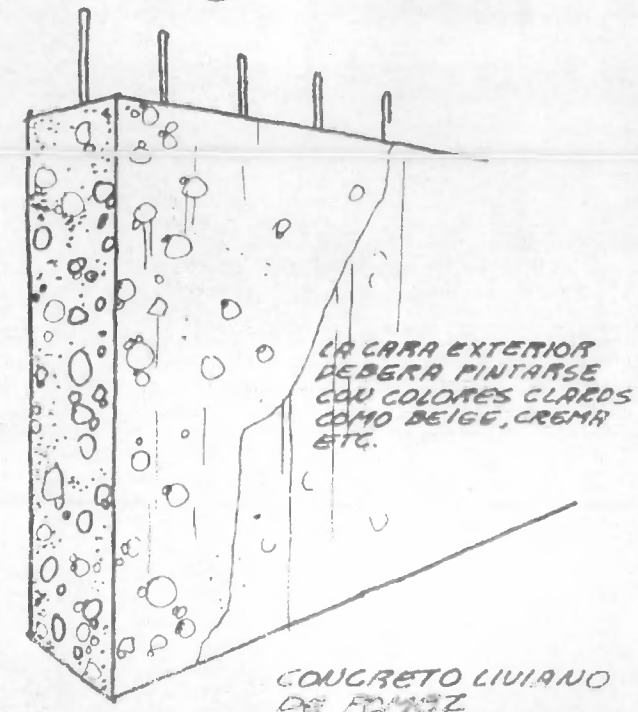
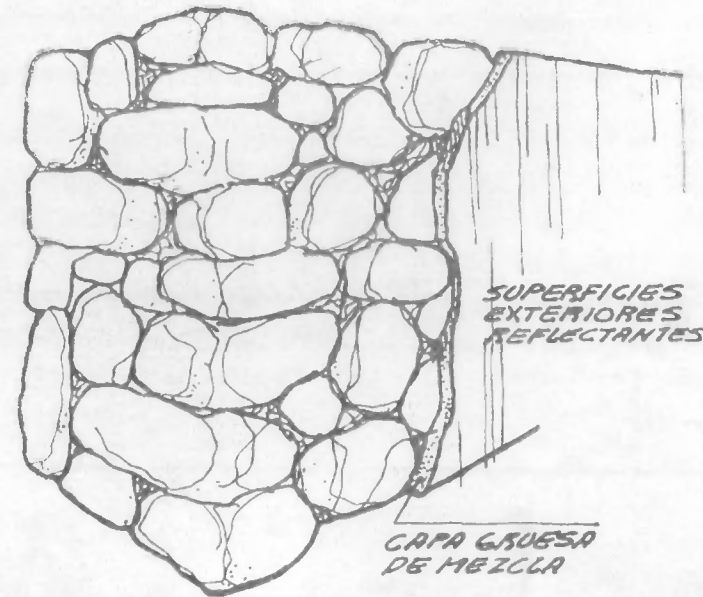
RESISTENCIA	
SUP. INTERIOR	0.123
R.T.C	0.096
PIEDRA	0.156
R.T.C	0.076
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>R.T.</b>	<b>0.505</b>

# MURO DE CONCRETO LIVIANO (POMEZ)

EL CONCRETO LIVIANO, DEBIDO A LA BAJA CONDUCTIVIDAD DE LA PIEDRA POMEZ, LOGRA UNA ALTA RESISTENCIA TERMICA, POR LO QUE ES MUY RECOMENDABLE. NO NECESITA RECUBRIMIENTOS NI MUCHO GROSOR. UNICAMENTE PODRIA PRESENTAR PROBLEMA, EN EL CAMPO, LA LEJANIA O EL TRANSPORTE DE LA PIEDRA.



RESISTENCIA	
SUP. INTERIOR	0.123
CONCRETO LIVIANO	0.357
SUP. EXTERIOR	0.055
<b>R.T.</b>	<b>0.535</b>



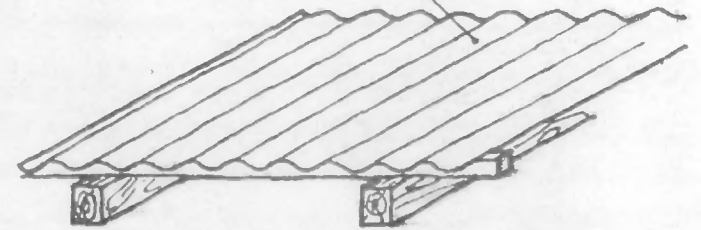


## CUBIERTA DE LAMINA GALVANIZADA. SIN CIELO FALSO

LA LAMINA GALVANIZADA ES UN MATERIAL MUY UTILIZADO TANTO EN CUBIERTAS COMO PARA TELHAR PASILLOS Y AREAS DE ESTAR EXTERIORES. NO OBTANTO SER EL MATERIAL MENOS ADECUADO CLIMATICAMENTE EN LA REGION, DEBIDO A QUE PRACTICAMENTE NO OPONE NINGUNA RESISTENCIA A LA TRANSMISION DE CALOR Y RADIACION. SU UNICA RESISTENCIA ESTARIA DADA POR LA MINIMA DE SUS SUPERFICIES

	RESISTENCIA
SUPERFICIE EXTERIOR	0.045
LAMINA 0.002 + 55	0.00004
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.151</b>

LAMINA GALVANIZADA CAL. 28-30

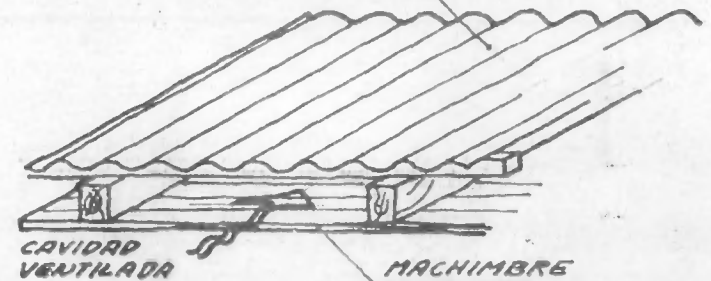


## CON CIELO FALSO DE MACHIMBRE

EL MACHIMBRE Y UNA CAVIDAD VENTILADA DEBAJO DE LA LAMINA, AUMENTAN AL DOBLE SU RESISTENCIA TERMICA, PERO SIGUE SIENDO UNA CUBIERTA INADECUADA, PUES SOLO LLENA EL 33% DE LA REQUERIDA.

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
LAMINA	0.00004
CAVIDAD	0.14
MACHIMBRE 0.01 ÷ 0.16	0.063
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.354</b>

LAMINA GALVANIZADA CAL. 28-30

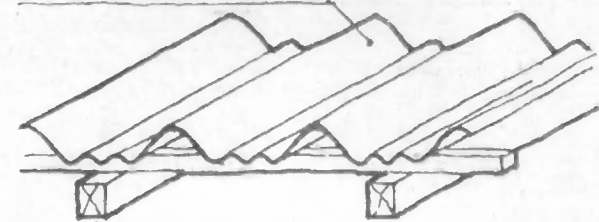


## CUBIERTA DE LAMINA DE ASBESTO-CEMENTO. SIN CIELO FALSO

LA LAMINA DE ASBESTO CEMENTO ES MAS DE CIENTO VECES RESISTENTE QUE LA GALVANIZADA, PERO AUNASI, LA RESISTENCIA SUPERFICIAL SIGUE SIENDO MAYOR QUE LA DEL PROPIO MATERIAL. ESTAMBIEEN UNA CUBIERTA INADECUADA PARA CLIMA CALIDO.

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
LAMINA 0.005 ÷ 1	0.005
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.156</b>

LAMINA DE ASBESTO CEMENTO

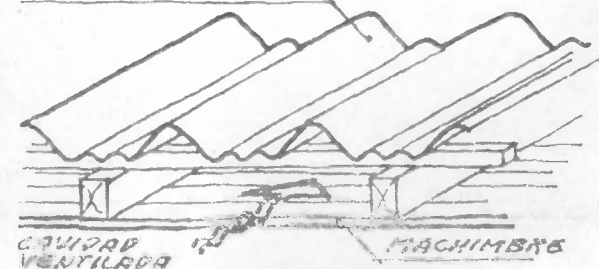


## CON CIELO FALSO DE MACHIMBRE

AUN CON LA CAVIDAD VENTILADA Y EL CIELO FALSO DE MACHIMBRE, SOLO LOGRA UN TERCIO DE LO REQUERIDO

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
LAMINA	0.005
CAVIDAD	0.14
MACHIMBRE	0.063
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.359</b>

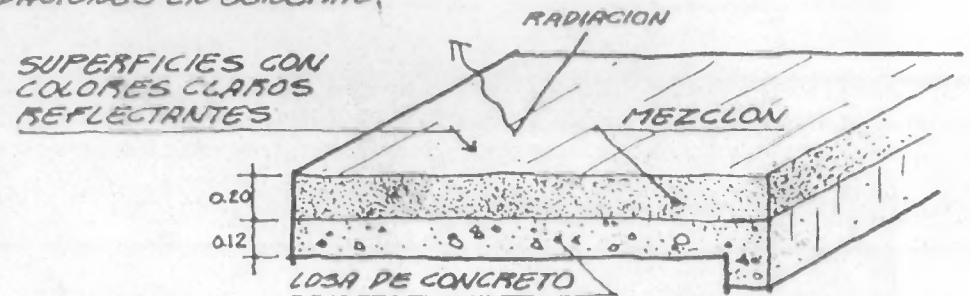
LAMINA DE ASBESTO CEMENTO



## CUBIERTA DE CONCRETO COMUN CON MEZCLON

EL CONCRETO COMUN ( $2200 \text{ kg/m}^3$ ) TIENE UN ALTO COEFICIENTE DE CONDUCCION TERMICA, DEBIDO A ELLO LAS CUBIERTAS QUE ESTAN CONFORMADAS SOLO POR EL, TRANSMITEN MUCHO CALOR AL INTERIOR DE LOS AMBIENTES DESDE HORAS DE LA TARDE HASTA MUY ENTRADA LA NOCHE. CUANDO SE USE ESTE MATERIAL ES RECOMENDABLE AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA CUBIERTA CON UNA CAPA MUY GRUESA DE MEZCLA DE ARENA AMARILLA (MEZCLON). EL CUAL ADENTAS DE SER UN MATERIAL LIVIANO, ESTA ENTRE LOS QUE POSEEN BAJO COEFICIENTE DE TRANSMISION Y QUE SE UTILIZA COMUNMENTE. SI SE COLOCA UNA CAPA DE 10 CENTIMETROS DE MEZCLON SOBRE EL CONCRETO, OBTENDREMOS UNA RESISTENCIA DE 0.61, LA MITAD DE LA REQUERIDA. PARA LOGRAR POR COMPLETO EL VALOR DESERDO, ESTA CAPA TENDRIA QUE TENER 25 CENTIMETROS. PERO COLOCANDO UNA CAPA DE 20 CENTIMETROS, PODRIAMOS OBTENER EXELENTE RESULTADOS SI SE CONJUGAN CON LAS DEMAS RECOMENDACIONES EN GENERAL.

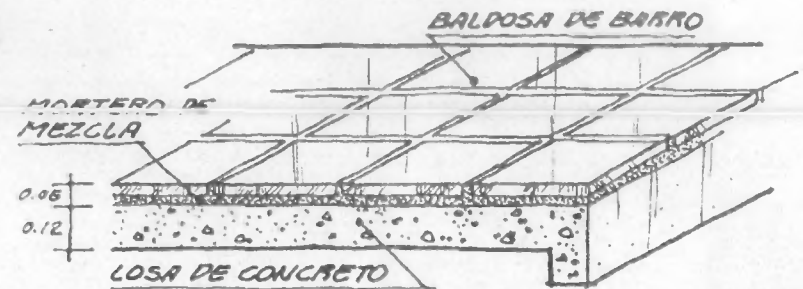
	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
MEZCLON (0.20)	0.77
CONCRETO (0.12)	0.083
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>1.004</b>



## CUBIERTA DE CONCRETO COMUN Y BALDOSA DE BARRO

LA CONDUCTIVIDAD DEL BARRO COCIDO ES MUCHO MAYOR A LA DEL MEZCLON, POR LO QUE LA COLOCACION DE BALDOSAS DE ESTE MATERIAL SOBRE UNA LOSA DE CONCRETO, COMO NORMALMENTE SE HACE, NO AUMENTARIA MUCHO SU RESISTENCIA. PODRIA SERVIR EN CASO DE USAR LA CUBIERTA COMO AZOTER. PARA PROTECCION DE UNA MAYOR CAPA DE MEZCLA.

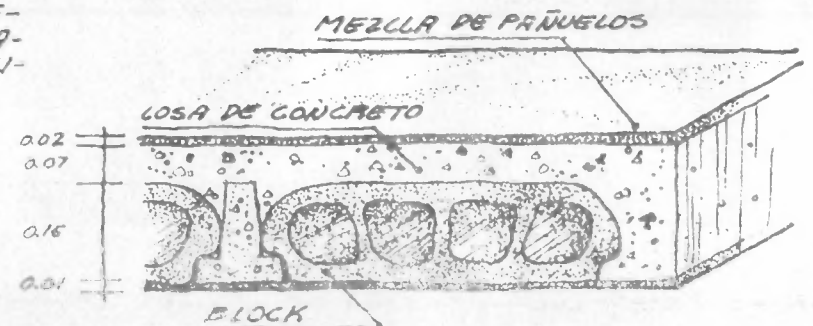
	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
BALDOSA	0.038
MEZCLA	0.096
CONCRETO	0.083
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.368</b>



## CUBIERTA DE CONCRETO COMUN Y BLOCK

EL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD DEL BLOCK ES BASTANTE PARECIDO AL DEL MEZCLON, POR LO QUE CONSTITUYE UNA ALTERNATIVA ADECUADA PARA SER COMBINADA CON EL CONCRETO CUANDO SE TIENE POSIBILIDADES DE HACERLO.

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
MEZCLA	0.08
CONCRETO	0.048
BLOCK	0.484
R+C (REPELLO ENCIELO)	0.038
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.801</b>

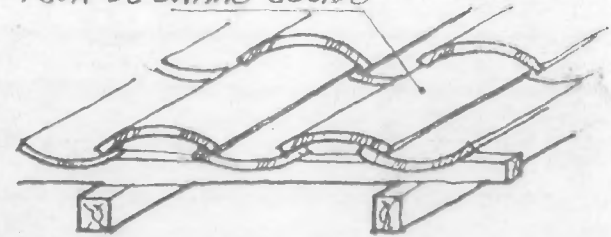


## CUBIERTA DE TEJA SIN CIELO FALSO

EN EL CASO DE LA TEJA, LA ÚNICA RESISTENCIA QUE OPONE ES LA DE SU ESPESOR DENTRO DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD DEL BARRO COCIDO. COMO SE VE, ESTA NO ES NADA SUFICIENTE PARA CONTENER LOS EFECTOS DE LA RADIACION Y TRANSMISION DE CALOR.

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
TEJA (0.01 ESPESOR)	0.015
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.166</b>

TEJA DE BARRO COCIDO

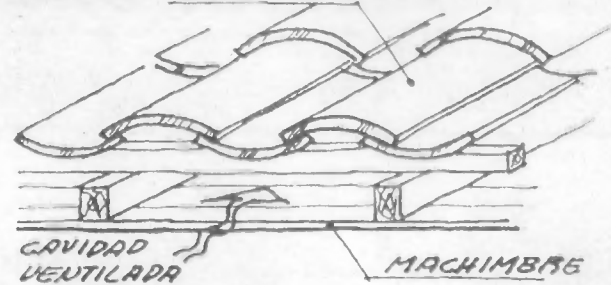


## CON CIELO FALSO DE MADERA

EL CIELO FALSO DE MADERA DEBAJO DE UN TECHO DE TEJA, SOLO AUMENTA UN POCO LA RESISTENCIA DE LA CUBIERTA. PERO NO LO SUFICIENTE COMO PARA CONSIDERARLA ADECUADA A LOS FACTORES CLIMATICOS DE LA REGION.

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
TEJA (0.01 ESPESOR)	0.015
CAVIDAD	0.11
MACHIMBRE	0.063
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.34</b>

TEJA DE BARRO COCIDO

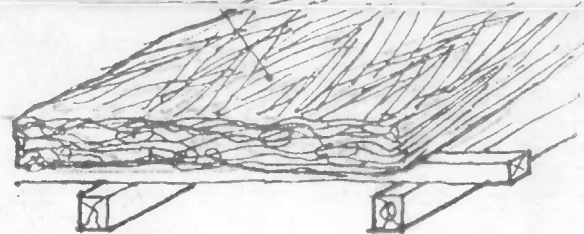


## CUBIERTA DE PALMA SIN CIELO FALSO

LOS TECHOS DE PALMA O PAJA CONSTITUYEN UNA SOLUCION MUY BUENA, DE UN MANTENIMIENTO MUY FACIL Y INSTANTANEO UTILIZANDO EN LA REGION, SABE TODO EN LAS AREAS RURALES. SU BAJO COEFICIENTE DE CONDUCCION PERMITE, CON UN ESPESOR NO MUY GRANDE, UN EXLENTE RETARDO A LA TRANSMISION, MANTENIENDO FRESCO EL AMBIENTE PERMANENTEMENTE. EL ÚNICO INCONVENIENTE QUE PRESENTA ESTE MATERIAL ES SU RELATIVA COSTA DURACION, Y QUE AUN NO SE CONOCEN ESTUDIOS PARA PRESERVARLO U OPTIMIZARLO.

	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
PALMA (0.10 ESPESOR)	0.67
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>0.821</b>

PALMA O PAJA

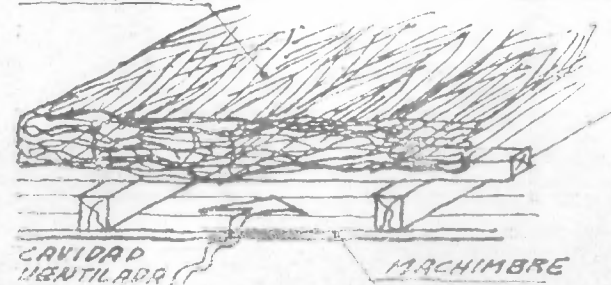


## CON CIELO FALSO DE MADERA

SI AL TECHO DE PALMA SE LE AÑADE UN CIELO FALSO DE MADERA, SEPARADOS POR UNA CAVIDAD VENTILADA, SE INCREMENTA SU EFICIENCIA. SIENDO LA CUBIERTA MAS ADECUADA, SOBRE TODO PARA LA GRAN POBLACION RURAL, PARA PROTEGERSE DE LAS INHOSPITAS CONDICIONES CLIMATICAS EN LA REGION.

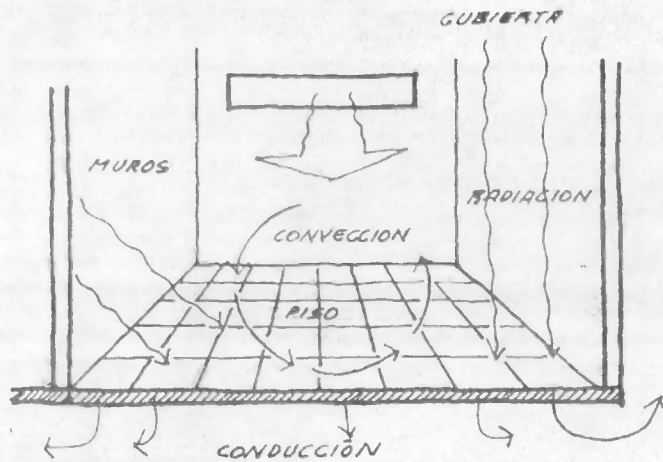
	RESISTENCIA
SUP. EXTERIOR	0.045
PALMA (0.10 ESPESOR)	0.67
CAVIDAD VENT.	0.11
MADERA (0.016 ESPESOR)	0.093
SUP. INTERIOR	0.106
<b>Rt.</b>	<b>1.024</b>

PALMA O PAJA





# PISOS

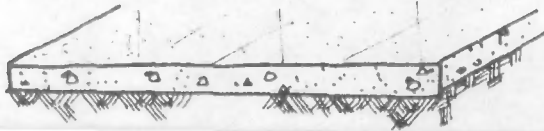


LOS PISOS RECIBEN CALOR DE LA CUBIERTA Y LOS MUROS POR RADIACION, POR CONVECCION DEL AIRE CALIENTE QUE PENETRA, Y LO TRANSMITEN AL SUELO Y A OBJETOS EN CONTACTO DIRECTO POR CONDUCCION. DEBIDO A ELLO, EL MATERIAL QUE LO CONFORMA NO TIENE QUE SER AISLANTE O POCO DENSO, PERO TAMPOCO DEBE SER UN MATERIAL MUY DENSO, PARA QUE NO RETENGAN EL CALOR Y SE MANTENGAN CALIENTES.

LOS MATERIALES MUY POCO DENSOS COMO LA MADERA, DIFICULTAN LA DISIPACION DE CALOR HACIA EL SUELO. LOS MATERIALES MUY DENsos COMO EL CONCRETO, TRANSMITEN EL CALOR AL SUELO, PERO RETIENEN GRAN PARTE DE EL.

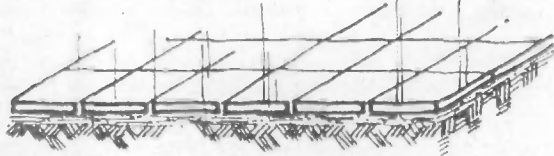
LO RECOMENDABLE PARA ESTE TIPO DE CLIMA, SON MAS BIEN LOS PISOS DE MATERIALES DE DENSIDAD MEDIA COMO EL CEMENTO LIQUIDO Y ARENA DE RIO, O LA BALDOSA DE BARRO; MATERIALES QUE A LA VES DAN LA SENSACION DE FRESCURA, ADEMAS DE SER RELATIVAMENTE FRIOS.

## TORTA DE CEMENTO Y PIEDRIN



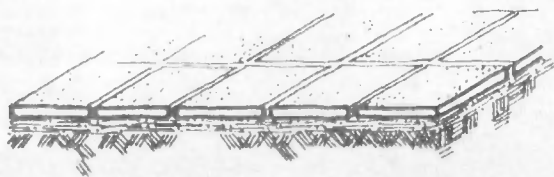
LOS PISOS DE CONCRETO, TRANSMITEN EL CALOR AL SUELO, PERO DEBIDO A SU ALTA DENSIDAD Y GROSOR, RETIENEN BUENA PARTE DE EL, Y SE MANTIENEN CALIENTES. ES EL MENOS INDICADO PARA NUESTRO CLIMA, DE LOS MATERIALES USADOS COMUNMENTE.

## CEMENTO LIQUIDO Y ARENA



LOS PISOS DE CEMENTO LIQUIDO, DE DENSIDAD MEDIA Y BALANCEADO COEFICIENTE DE CONDUCCION, SON MAS VENTAJOSOS EN ESTE TIPO DE CLIMA, ES UN MATERIAL FRO Y DA LA SENSACION PSICOLOGICA DE FRESCURA.

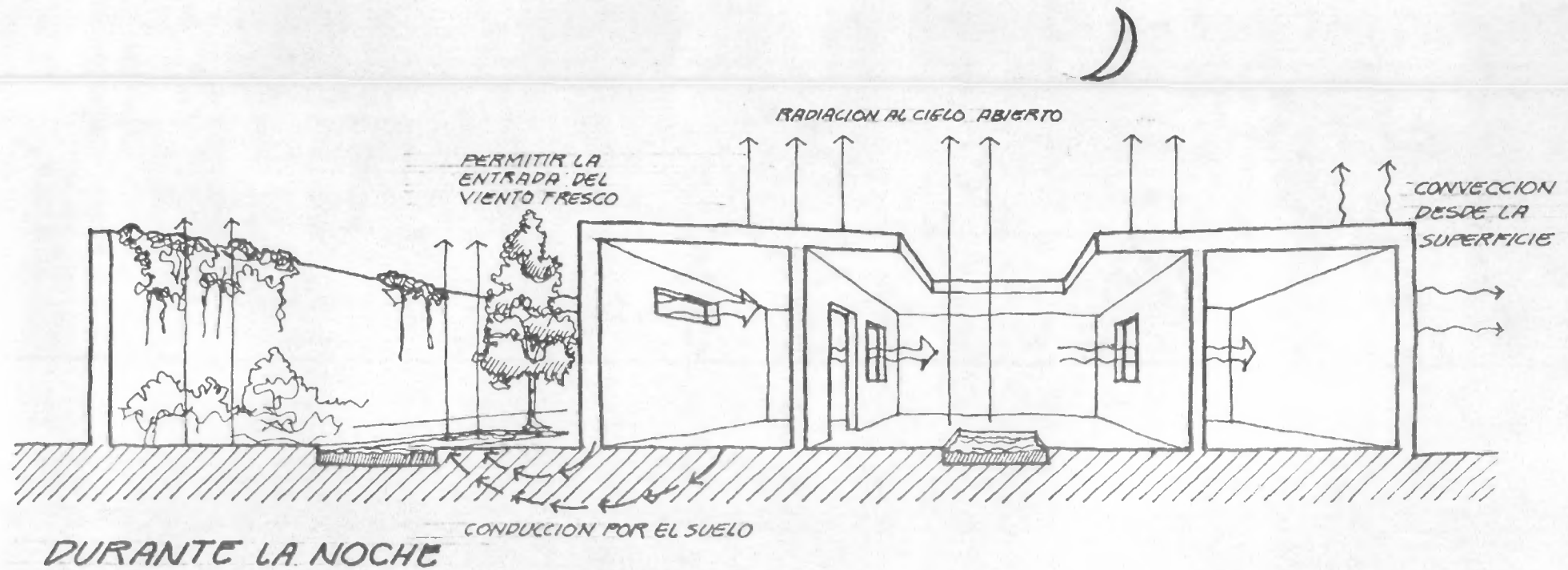
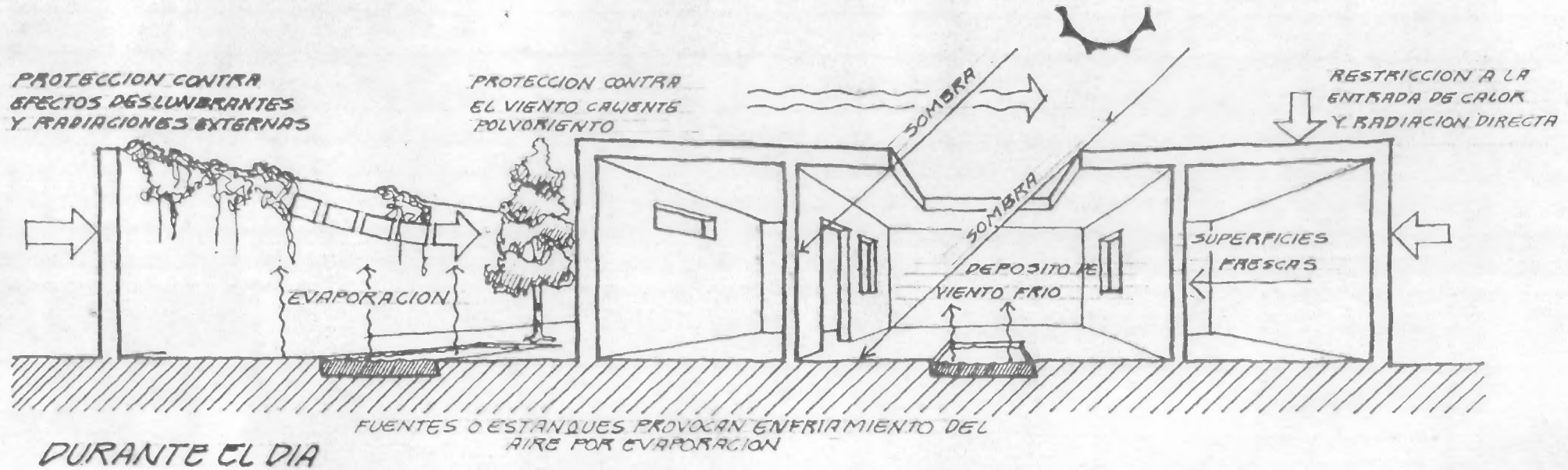
## BALDOSAS DE BARRO



AL IGUAL QUE LOS PISOS DE CEMENTO Y ARENA, LA BALDOSA DE BARRO ES BASTANTE ADECUADA, PUES TAMBIEN ES UN MATERIAL FRESCO QUE RETIENE MUY POCO EL CALOR. ES OPTIMO EN EXTERIORES POR SU SUPERFICIE OPACA Y SU ALTO RESGUARDO DE LA HUMEDAD.



# INTERCAMBIO TERMICO DE UN EDIFICIO Y AREAS EXTERNAS



# 4.3 CUADRO RESUMEN

ELEMENTO	ELEMENTOS ANALIZADOS Y SU ADECUACION AL CLIMA						
	No.	CONSTITUCION	RESISTENCIA W/M <sup>2</sup> °C	RESISTENCIA REQUERIDA	GRADO DE ADECUACION		
					ADECUADO	SEMI * ADECUADO	NO ADECUADO
MUROS	1	MURO DE LADRILLO TAYUYO EN PUNTA DE 0.23 DE ANCHO	0.526	0.50	X		
	2	MURO DE LADRILLO TUBULAR EN PUNTA DE 0.29 DE ANCHO	0.617	0.50	X		
	3	MURO DE LADRILLO A SOGA DE 0.14 DE ANCHO, MAS RECUBRIMIENTO AMBAS CARAS	0.518	0.50	X		
	4	MURO DE BLOCK DE 0.20 DE ANCHO, MAS RECUBRIMIENTO (0.01) AMBAS CARAS	0.526	0.50	X		
	5	MURO DE BLOCK DE 0.15 DE ANCHO, MAS RECUBRIMIENTO (0.015) AMBAS CARAS	0.503	0.50	X		
	6	MURO DE ADOBE COMUN DE 0.28 DE ANCHO, O BAJAREQUE (0.18 a 0.20 ANCHO)	0.518	0.50	X		
	7	MURO DE PIEDRA GRANITICA DE 0.42 DE ANCHO, MAS REC. MEZCLA (0.02) AMBAS CARAS	0.505	0.50	X		
	8	MURO DE PIEDRA CALCAREA EN BRUTO, EN ACABADO VISTO (PROTEGIDO DE LA LLUVIA) 0.50 ANCHO	0.513	0.50	X		
	9	MURO DE PIEDRA CALCAREA EN BRUTO DE 0.42 DE ANCHO MAS REC. AMBAS CARAS (0.02) EXP. LLUVIA	0.505	0.50	X		
	10	MURO DE CONCRETO LIVIANO POMEZ (1.200 Kg/m <sup>3</sup> ) DE 0.15 DE ANCHO	0.535	0.50	X		
CUBIERTAS	11	CUBIERTA DE LAMINA GALVANIZADA CAL. 28 a 30, SIN CIELO FALSO	0.151	1.18			X
	12	CUBIERTA DE LAMINA GALVANIZADA CAL. 28-30 CON CIELO FALSO DE MACHIMBRE	0.354	1.18			X
	13	CUBIERTA DE LAMINA DE ASBESTO CEMENTO SIN CIELO FALSO	0.156	1.18			X
	14	CUBIERTA DE LAMINA DE ASBESTO CEMENTO CON CIELO FALSO DE MACHIMBRE	0.359	1.18			X
	15	CUBIERTA DE CONCRETO COMUN (0.12) CON MEZCLON (0.20)	1.004	1.18	X		
	16	CUBIERTA DE CONCRETO COMUN Y BALDOSA DE BARRO	0.368	1.18			X

	No.	CONSTITUCION	RESISTENCIA W/M <sup>2</sup> °C	RESISTENCIA REQUERIDA	GRADO DE ADECUACION		
					ADECUADO	SEMI * ADECUADO	NO ADECUADO
CUBIERTAS	17	CUBIERTA DE CONCRETO COMUN Y BLOCK	0.801	1.18		X	
	18	CUBIERTA DE TEJA DE BARRO SIN CIELO FALSO	0.166	1.18			X
	19	CUBIERTA DE TEJA DE BARRO CON CIELO FALSO DE MACHIMBRE	0.34	1.18			X
	20	CUBIERTA DE PALMA (0.10 ESPESOR) SIN CIELO FALSO	0.821	1.18		X	
	21	CUBIERTA DE PALMA (0.10 ESPESOR) CON CIELO FALSO DE MADERA (0.016 ESP.)	1.024	1.18	X		
PISOS	22	PISO DE TORTA DE CEMENTO Y PIEDRIN					X
	23	PISO DE CEMENTO LIQUIDO Y ARENA DE RIO			X		
	24	PISO DE BALDOSAS DE BARRO			X		
<p>* SI SE QUIEREN USAR ESTOS ELEMENTOS, DEBERAN AMORTIGUARSE LOS FACTORES ADVERSOS DEL CLIMA MEDIANTE UNA MAYOR EFICIENCIA DE OTROS ASPECTOS EXTERNOS O INTERNOS, TALES COMO: EVITAR AL MAXIMO LA EXPOSICION SOLAR DIRECTA Y PROCURAR LA PENETRACION DE VIENTO FRESCO.</p>							

## RECOMENDACIONES:

Luego de las conclusiones específicas, como una recomendación general, se hará un resumen de los 10 aspectos esenciales a considerar para efectuar el diseño de edificaciones tomando en cuenta el clima.

1. Delimitación del campo de estudio.
2. Conocimiento de la problemática específica, habitabilidad y uso del espacio en las edificaciones del lugar.
3. Conocimiento de los sistemas y métodos constructivos locales.
4. Datos climáticos de las localidades.
5. Análisis de incidencia solar.
6. Determinación de necesidades fisiológicas de acuerdo a la naturaleza del clima.
7. Aplicación de los cuadros de Mahoney
8. Análisis de transmisión térmica de materiales.
9. Estudio de vegetación
10. Propuesta de diseño.



## 5.- CONCLUSIONES GENERALES

1. Gran parte de las edificaciones del área rural y urbana en la zona, enfrentan de una forma pasiva, producto de la experiencia durante años, a las inclemencias ambientales, esto se manifiesta en las formas de distribución interior de los edificios, y la utilización de algunos materiales adecuados, sobre todo en el área rural. Pero debido a una falta de asesoramiento técnico, o de estudios accesibles sobre el tema, estas costumbres no alcanzan grados óptimos de eficiencia. Notándose muchas veces una total ignorancia sobre el asunto, aun y cuando se cuente con medios para lograr una buena solución.
2. Soluciones que tradicionalmente se han considerado más ventajosas, luego del análisis efectuado, llegamos a la conclusión que realmente están muy distantes de ser suficientemente aptas, tales como las cubiertas de teja, la sola inclusión de una cavidad ventilada, etc.
3. Resulta difícil tratar de lograr un buen confort con un único elemento constructivo, ya que por ejemplo, en el caso de las cubiertas, notamos lo remoto de alcanzar los requerimientos térmicos deseados con los materiales conocidos y usados tradicionalmente, por lo que se recomienda hacer acopio de las recomendaciones en todos los aspectos, para que en conjunto pueda lograrse el máximo de confortabilidad posible.
4. La utilización de esta guía, se considera bastante aprovechable en el campo práctico y teórico. Se recomienda impulsar el desarrollo de estos trabajos para contar con una mayor fuente de consulta a nivel nacional. Y a las personas que se desarrollan en este campo, prestar mayor aplomo a estos problemas, que pueden ser bastante mermados con un poco de interés.

B I B L I O G R A F I A  
(por orden de citas)

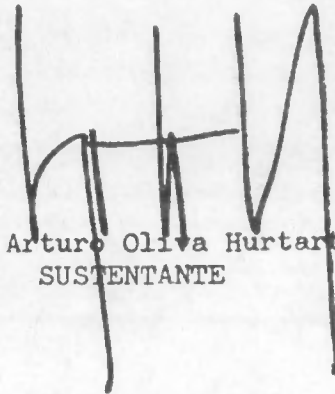
1. Seminario Nacional sobre el aprovechamiento de la energía solar en las edificaciones. Memorias. Guatemala, octubre de 1981.
2. Instituto Gallach de librería y ediciones S. L. GEOGRAFIA UNIVERSAL Tomo I. Barcelona España 1963.
3. Gándara Gaborit, José Luis. CALCULO DE ILUMINACION NATURAL PARA EDIFICIOS. Fac. de Arquitectura, U.S.A.C., 1975.
4. Dirección General de Cartografía. DICCIONARIO GEOGRAFICO DE GUATEMALA. Tipografía Nacional de Guatemala, 1961. Tomo I.
5. Instituto Geográfico Nacional. ATLAS NACIONAL DE GUATEMALA. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Edit. Talleres del IGN, 1972.
6. Salazar R. Humberto. ESTUDIO SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA RADIACION SOLAR EN GUATEMALA. Proyecto de Investigación y utilización de fuentes de energía no convencionales. Fac. De Ingeniería, U.S.A.C. 1978.
7. Naciones Unidas. DISEÑO DE VIVIENDAS ECONOMICAS Y SERVICIOS DE LA COMUNIDAD. Volumen I. El clima y el Diseño de casas. Depto. de Asuntos Económicos y Sociales. Nueva York. 1973.
8. INSIVUMEH. Hojas informativas proporcionadas por la Sección de Climatología
9. Beltranena Matheu E. CURSO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION. Fac. de Ingeniería. U.S.A.C.
10. Barbará Z. Fernando. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION. Edit. Nuevo Mundo S. A. México, 1955.
11. Jacobs Mazariegos, Erick . EVALUACION DE LAS NORMAS COCUANOR SOBRE BLOQUES HUECOS DE HORMIGON (CONCRETO) EN RELACION A SU APLICACION LOCAL Y PROPUESTA DE REVISION DE LAS MISMAS. Fac. de Ingeniería U.S.A.C., junio 1982.

12. Facultad de Arquitectura. Curso de Control Ambiental I. Intercambio de calor en los edificios.
13. Convenio OEA-CRN-USAC. LA VIVIENDA POPULAR EN GUATEMALA ANTES Y DESPUES DEL TERREMOTO DE 1976. Coordinadores del estudio: Arq. Hermes Marroquín, Arq. José Luis Gándara Gaborit. Edit. Universitaria, 1982.
14. De La Cruz, René. CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA. Basada en el Sistema Holdrige, Sector Público Agrícola, INAFOR, junio, 1976.
15. Koenigsberger O.; Ingersoll T. G.; Mayhew A.; Szokolay, S. V. VIVIENDAS Y EDIFICIOS EN ZONAS CALIDAS Y TROPICALES. Edit. Paraninfo S. A. Madrid, España, 1977.
16. INSIVUMEH. Sección de Climatología.
17. Especificaciones proyecto PEMEN. volumen 3
18. Ponciano, Ismael G. ESTUDIO TAXONOMICO Y BIOGEOGRAFICO DEL ORDEN ROSALES DE LA FLORA XEROFITICA DEL VALLE DEL MOTAGUA. Escuela de Biología. Fac. De Ciencias QQ. y Farmacia. U.S.A.C. abril 1978.
19. Stanley P. y Steyermark. FLORA OF GUATEMALA. Vol. 24. Fiel diana: Botany, Field Museum of Natural History. Chicago, 1958-1979.
20. Espenshade, Edward B. Jr. GODE'S WORLD ATLAS. Editor Joel L. Morrison, Associate Editor. Rand Mc. Nally & company. Chicago EE UU. 1974.
21. García Salazar, Sergio. ANALISIS CLIMATICO PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA. Fac. de Arquitectura U.S.A.C. 1975.
22. Obiols Del Cid, Ricardo. MAPA CLIMATOLOGICO PRELIMINAR DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA. Según el Sistema Thornthwaite. Tesis profesional en base a estudios elaborados por el Instituto Geográfico Nacional. IGN. 1966.
23. Olgay, Victor. CLIMA Y ARQUITECTURA EN COLOMBIA. Edit. Carvajal & Cía. Universidad del Valle, Fac. de Arquitectura, Cali, Colombia. 1968,

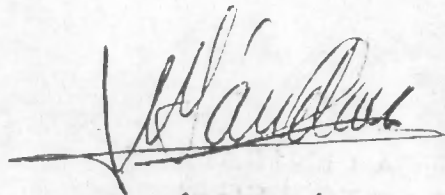
24. Poler, Mauricio. CLIMA Y ARQUITECTURA. Caracas, Venezuela, 1968.
25. Proyecto de Investigación territorial. MICRO REGION ORIENTAL SECA. Fac. de Arquitectura.  
U.S.A.C. 1981.
26. The Architectural Press Ltd. DESIGN PRIMER FOR HOT CLIMATES. London, 1980.



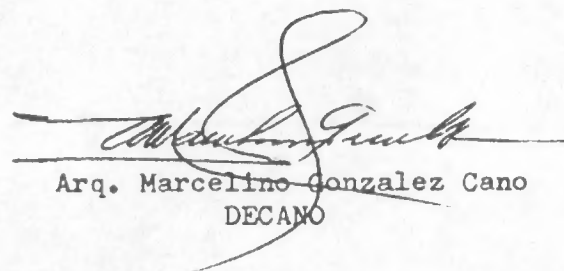
Imprimase.



Julio Arturo Oliva Hurtante  
SUSTENTANTE



Arq. José Luis Gándara Gaborit  
ASESOR



Arq. Marcelino Gonzalez Cano  
DECANO