



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

104

# VIVIENDA SOLAR

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ARQUITECTO

PRESENTA  
PAUL HEREDIA VILLEGAS  
7 0 0 9 1 2 0 - 9

SINODALES:  
ARQ. JOSÉ LUIS RINCÓN MEDINA  
ARQ. J. CUAUHTÉMOC VEGA MÉRMIJE  
ARQ. LUIS FERNANDO GUILLEN OLIVERO

*[Handwritten signature]*  
Vols.  
21-11521-370

290515



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

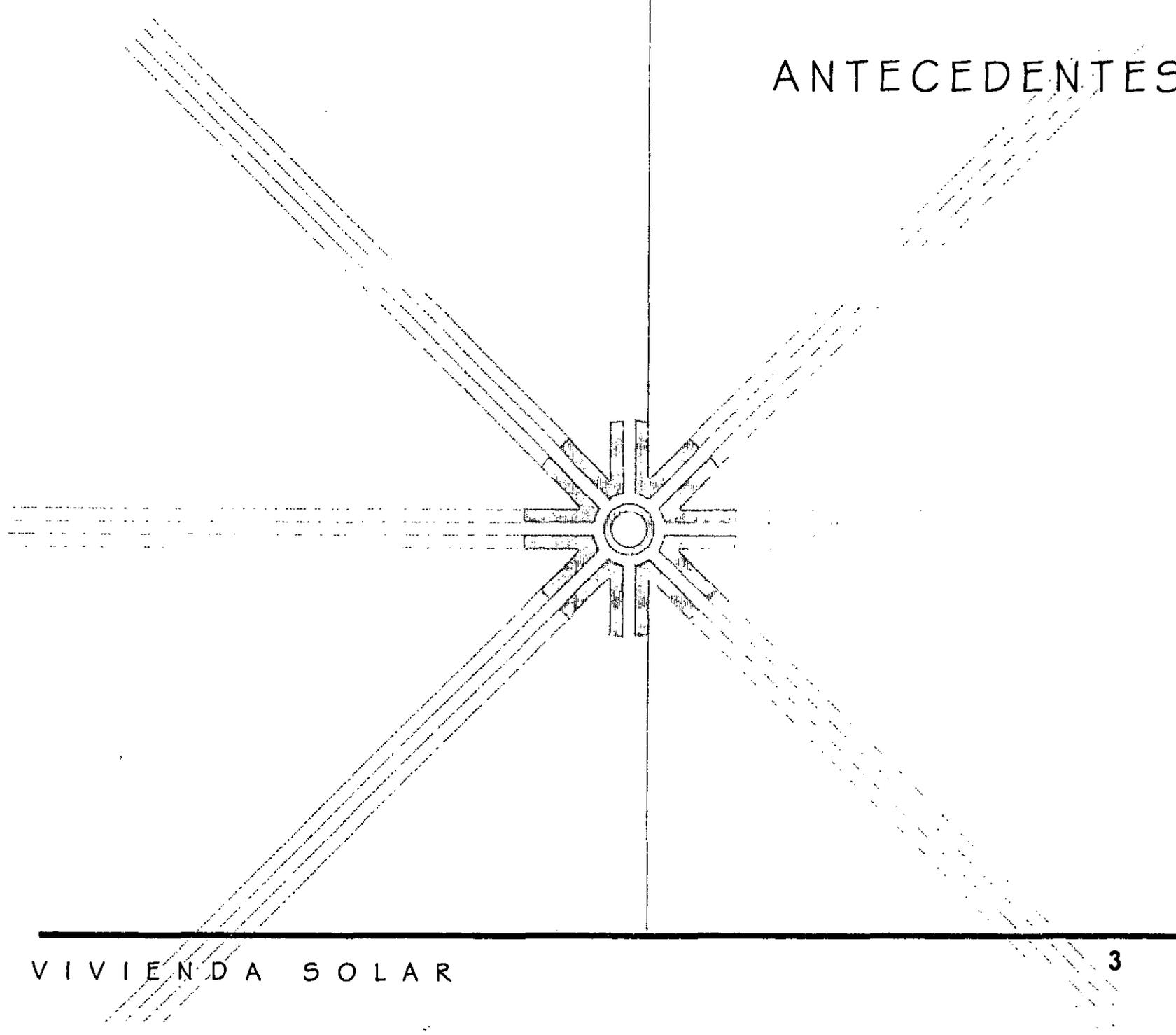
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

# I N D I C E

|      |                                     |     |
|------|-------------------------------------|-----|
| I    | ANTECEDENTE                         | 3   |
| II   | INTRODUCCIÓN                        | 8   |
| III  | ELEMENTOS BIOCLIMÁTICOS             | 16  |
| IV   | FUNDAMENTOS                         | 35  |
| V    | MACROCLIMA DE LA REPÚBLICA MEXICANA | 66  |
| VI   | MICROCLIMA                          | 85  |
| VII  | PROPUESTA                           | 105 |
| VIII | GLOSARIO                            | 174 |
| IX   | BIBIOGRAFÍA                         | 182 |
| X    | INSTITUCIONES RELACIONADAS          | 185 |
| XI   | ANEXOS                              | 187 |

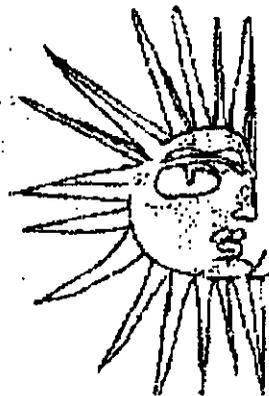
ANTECEDENTES



VIVIENDA SOLAR

## PRÓLOGO

El avance tecnológico alcanzado a partir de la revolución industrial, permitió al hombre sentirse capaz de superar y someter a la naturaleza creando un mundo artificial a la medida de sus necesidades, ya sean reales o creadas, mediante un sistema económico creciente -Capitalismo- que promueve el derroche. Este enfoque dio como resultado el desarrollo de técnicas "duras" que contribuyen a una desmedida explotación y destrucción de recursos naturales y a la contaminación creciente en ciudades y ecosistemas, entre otros problemas.



Nuestro sistema económico actual se caracteriza por la monopolización de los mercados, la especulación de los bienes, la concentración de reservas, la exportación y dependencia de una tecnología no siempre necesaria en países en vías de desarrollo y el intercambio con ventajas unilaterales de materia prima por productos elaborados. Lo anterior se ve reflejado en el suministro de energía basado principalmente en la explotación de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), siendo recursos no renovables, presentan otros problemas por los métodos actuales de extracción, transporte, transformación y aprovechamiento, contribuyendo así con la mayor parte de la contaminación existente.

En la actualidad existe un incremento constante de los requerimientos de energía y servicios de la población, sin que exista una planificación objetiva y a largo plazo. Así mismo, la industria se dedica a producir bienes de consumo, siendo usual el lema de "úselo y tírelo". Como respuesta a lo anterior se han creado grupos "ecológicos" que tratan de detener la contaminación y lograr mejoras en todos los ámbitos, aunque se han visto muy restringidos por disposiciones que contemplan solo razones económicas y políticas.

Por lo expuesto anteriormente, y por el posible agotamiento de las reservas naturales de hidrocarburos en un futuro cercano (de 30 a 100 años), se ha buscado desarrollar el aprovechamiento de la energía nuclear y las llamadas fuentes alternativas de energía.

La energía nuclear panacea de los años cuarenta, no tiene las ventajas que se le atribuyeron en un principio, pues su utilización actual presenta problemas

como: la contaminación radioactiva, la polución térmica, la eliminación de los desechos radioactivos y una posible explosión nuclear por un accidente.

Las fuentes alternativas de energía (radiación solar, viento, movimientos hidrológicos, biomasa, geotermia), no son una solución nueva, sino el regreso a las fuentes ancestrales de energía con un nuevo enfoque, utilizando racionalmente los avances tecnológicos. Con una correcta aplicación sus ventajas son: no contaminan, prácticamente son inagotables, se encuentran en casi todo el mundo, están ajenas a la especulación y al acaparamiento, no es necesaria transportarlas a grandes distancias por lo que propician la autonomía regional; no obstante hay que considerar la mayor inversión inicial y los límites técnicos por los métodos actuales de aprovechamiento. Se recomienda en la planeación de nuevos asentamientos y en comunidades aisladas, que por su ubicación, es imposible dotarlas de servicios según los criterios actuales.

La arquitectura como parte integral del hacer social presenta contradicciones importantes en su desarrollo de los últimos cien años. Los avances tecnológicos y económicos han alterado la culturas locales a favor del estilo "internacional", dando como resultado, entre otras cosas, el uso indiscriminado de fachadas semejantes para cualquier orientación y tipo de edificio y medios mecánicos, como única alternativa para satisfacer los requerimientos ambientales, reales o provocados, por un mal diseño.

La especulación en la construcción ha llevado a economías exasperadas que atentan directamente contra los caracteres climáticos más relevantes. Así, varias de las obras experimentales de los maestros de la arquitectura han olvidado a menudo los problemas de climatización; la arbitrariedad ha sustituido a la disciplina de la tradición y de esta manera se ha llegado al uso excesivo e impropio del cristal o a la ausencia de la obra de mampostería maciza. Sin embargo, existen muchos ejemplos en las obras de los arquitectos orgánicos y racionalistas que son realmente positivas. En particular el interés de Le Corbusier que va más allá de sus celebres brise-soleil, pilotis y toit-jardin, por ejemplo: la diferenciación de las ventanas, galerías y terrazas en las cuatro fachadas de sus viviendas, desde la casa Meyer a Garches; su diferente orientación ha dado razón de ser a las soluciones que se han hecho celebres. Así pues, el interés por las implicaciones climáticas sobrepasa las tendencias y los lenguajes.

Marginados aparentemente por las historias oficiales de la arquitectura son las recientes experiencias de proyectos pasivos, que tienen en común el carácter de pruebas de laboratorio. Sin embargo el interés va creciendo continuamente como lo demuestra el incremento en el número de publicaciones, congresos y cursos sobre el tema. Si bien, hoy más que nunca la arquitectura debe evitar el derroche, no por ello se trata de deducir directamente la forma de las construcciones a partir de modelos abstractos de grandes ventajas bioclimáticas, sino de desarrollar técnicas de comparación hacia un proyecto energéticamente razonable.

En la carta de Atenas de 1933 se dijo que el Sol es el nuevo y más imperativo deber de la arquitectura, pero en la actualidad el problema del sol no sólo se presenta como una exigencia para la salud y la belleza, sino también, en términos de ahorro de energía. El área de experimentación en el campo de aprovechamiento de fuentes alternativas de energía es muy amplio y su estudio muy importante.

Los usos de la energía solar no son recientes. Arquímedes en el año 212 a. C. quemó las naves romanas en Siracusa concentrando los rayos solares mediante la ayuda de espejos; en 1615 Salomón de Caus inventó una maquina solar para el bombeo de agua; Lavoisier con el mismo fin en 1774 utilizó un horno solar; y en 1892 ya se vendían paneles para el calentamiento de agua, aunque su uso se vio minimizado por el gran desarrollo de los combustibles a base de hidrocarburos. Existen muchos ejemplos actuales como son las avanzadas tentativas en Inglaterra y otros países, en Francia con el apoyo gubernamental se creó la Delegación para las Energías Nuevas, en Japón y Holanda se hacen estudios interesantes para el aprovechamiento de las mareas, en E. U. A. el auge de las construcciones con fundamentos bioclimáticos da como resultado una serie de experiencias valiosas, como la casa Balcomb en Santa Fe (1975).

En nuestro país se reconocen la importancia de las energías no convencionales para el futuro y se le da un impulso decidido a su estudio, implementación y aprovechamiento. Se realizan diversos seminarios nacionales y publicaciones. Las instituciones de enseñanza superior han realizado investigaciones en el campo de la energía solar desde hace 20 años. Sin embargo, las aplicaciones se inician con el plan solar Tonatiuh en 1973, para la instalación de 17 bombas en diversas localidades de la República Mexicana en 1978 y se le confiere a la SAHOP, en su Dirección de Aprovechamiento de Aguas Salinas y Energía Solar la elaboración del Plan Maestro de Energía Solar.

Hasta 1980, se tenía 67 proyectos experimentales y 26 programas de investigación y docencia, estos números se incrementan con la participación de otros organismos como el Infonavit con el proyecto desarrollado por el Centro Experimental de Vivienda y Urbanismo a. c., el cual constaba de cuatro edificios de 5 niveles para 40 viviendas de interés social construidas en la Unidad Habitacional Pedregal-Iman en el Distrito Federal. Según recientes estimaciones alrededor de 50 instituciones mexicanas y 30 investigadores se encuentran involucrados en investigación, desarrollo o demostración de fuentes alternas de energía.

Así mismo, es necesario la reestructuración de los sistemas académicos, para que se inicie el ejercicio profesional con un nuevo enfoque que contemple una relación correcta entre los factores climatológicos y las soluciones arquitectónicas a través de técnicas constructivas mas que con la instalación de equipos.

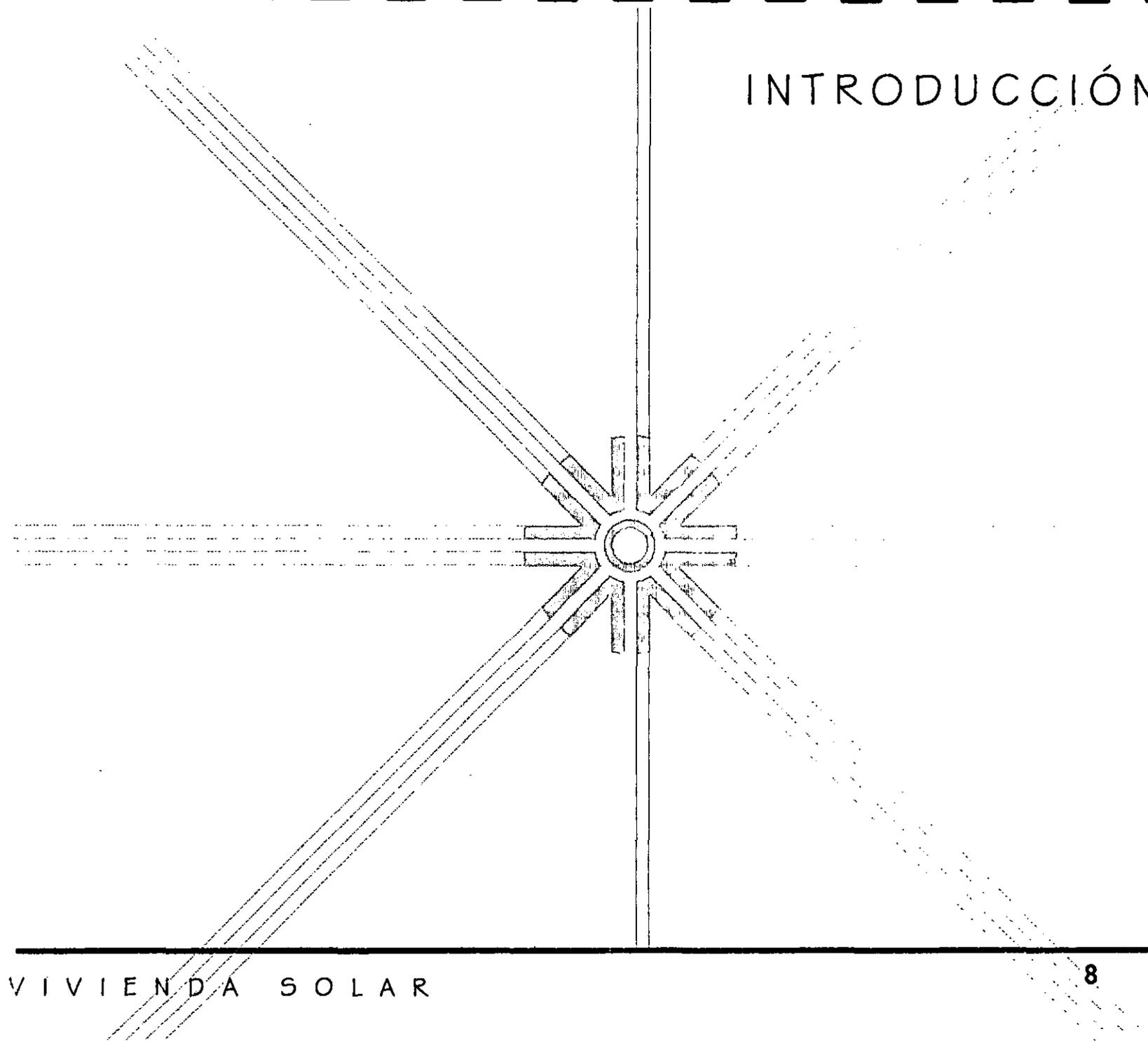
Al elegir el diseño bioclimático de vivienda de interés social, "VIVIENDA SOLAR" como tema de tesis, no se sospechó que por su amplitud se convirtiera en una revisión de los conocimientos adquiridos en la escuela de arquitectura, siendo rebasados los límites preestablecidos al adentrarse en el estudio del aprovechamiento de las energías libres enfocado a los sistemas pasivos.

Este documento no pretende ser original ni único, ni incluir todo lo relacionado con el tema, su carácter es de propuesta y además existen libros y documentos de investigación que ofrecen una ayuda eficaz para este tipo de estudio en los que se baso este documento, para mayor información refiérase a la bibliografía.

Los objetivos que se pretenden alcanzar son los siguientes:

- Mostrar de una manera clara y concisa los fundamentos del diseño bioclimático aplicado principalmente a la vivienda.
- Proponer como parte fundamental de la tesis el diseño bioclimático de una vivienda de interés social y popular.
- Analizar de forma general normas de diseño solar de conjuntos habitacionales.
- Contribuir en lo posible a despertar en estudiantes y profesionistas el interés por un enfoque bioclimático de la arquitectura que dignifique la vivienda.

INTRODUCCIÓN



VIVIENDA SOLAR

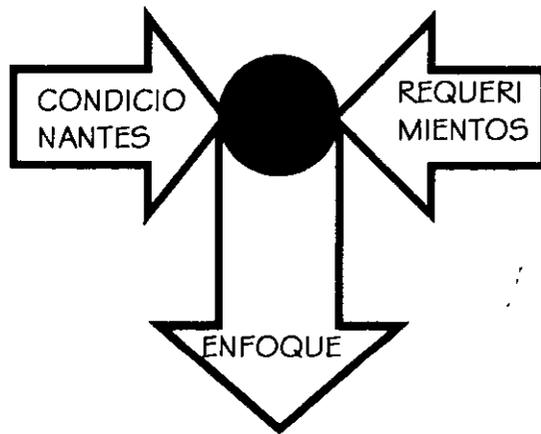
Para una mejor comprensión del enfoque bioclimático aplicado al diseño de la vivienda, se divide su estudio en dos partes principales; ELEMENTOS Y FUNDAMENTOS. Que de manera resumida se consideran en este capítulo y de forma detallada en cada uno de los capítulos respectivos.

Como muchas ramas del conocimiento humano, el diseño bioclimático tiene un fundamento dialéctico; entre las condicionantes físicas del lugar y los requerimientos ambientales del hábitat a considerar, interacción que a menudo se subestima, confiando en la utilización de equipos de acondicionamiento térmico. La base de un diseño bioclimático es considerar a la envolvente de los espacios como una "piel" que en forma análoga tiene funciones de protección y regulación, mediante un constante intercambio con el exterior. Por lo anterior, es muy importante el conocimiento pleno de los elementos externos que definen las características físicas del entorno, de los elementos que limitan el espacio según las propiedades de los materiales que la forman y de la respuesta fisiológica - térmica del usuario de acuerdo al régimen de ganancias y pérdidas de calor.

Toda actividad humana, de acuerdo a sus características, requiere de condiciones ambientales determinadas para un desempeño corrector. El diseño bioclimático básicamente se refiere a la temperatura, la humedad, la ventilación y la iluminación mediante soluciones pasivas.

Por lo anteriormente enunciado, antes de pensar en la propuesta de solución de esta "piel" se debe conocer las condicionantes físicas y los requerimientos ambientales considerando su acción conjunta de acuerdo a los siguientes parámetros donde se muestran las interrelaciones e influencias de cada uno de ellos.

| Elemento        | Características  | Medición   | Influencia   | Observaciones  |
|-----------------|--|--|--|--|
| Clima           | Tipo (ver clasificación de climas)   |  | Global   | Sirve como referencia general  |
| Temperatura     | Magnitud (mínima, media, máxima)<br>Oscilación (diaria, estacional)  | °C<br>Día, mes y año   | Temperatura  | Es muy importante conocer la oscilación diaria y estacional                            |
| Humedad         | Relativa<br>Oscilación (diaria, estacional)  | Porcentaje<br>Día, mes y año   | Temperatura  |  |
| Régimen pluvial | Magnitud<br>Duración y Periodicidad (diaria, estacional)   | mm<br>Por día, mes y año   | Temperatura<br>Humedad                               |  |
| Radiación solar | Tipo y proporción (directa y difusa)<br>Intensidad y cantidad (calidad atmósfera)<br>Inclinación (latitud, hora, estación)<br>Duración y Periodicidad (diaria, estacional) | porcentaje<br>wh/m <sup>2</sup> , cal/cm <sup>2</sup> día, luxes<br>acimut, ángulo<br>horas por día, mes y año | Temperatura<br>Iluminación<br>humedad                | Es muy importante conocer la oscilación diaria y estacional                            |
| Viento          | Velocidad<br>Dirección y sentido<br>Duración y Periodicidad (diaria, estacional)   | m/seg<br>según orientación<br>Día, mes y año   | Temperatura<br>Humedad<br>Ventilación                |  |
| Geomorfología   | Relieve<br>Obstáculos (Distancia, altura, tipo, magnitud)<br>Suelo (tipo)<br>Vegetación (tipo, ubicación, dimensiones)<br>Agua (tipo, ubicación, dimensiones)              | metros<br>Albedo   | Temperatura<br>Humedad<br>Ventilación<br>Iluminación | Es importante realizar un estudio gráfico del predio que incluya todos estos elementos |



Los requerimientos ambientales se determinan de acuerdo a la actividad, número de personas, equipos y dimensiones espaciales, en base a parámetros que incluyan los límites mínimo y máximo de cada uno de los elementos bioclimáticos (temperatura, humedad, ventilación e iluminación). Aunque los requerimientos ambientales de una actividad son importantes para la definición de un proyecto, no se debe subestimar los demás requerimientos para lograr un espacio adecuado y equilibrado.

Al conocer las condicionantes físicas y los requerimientos ambientales se realiza una comparativa entre ellos para establecer las diferencias y discrepancias en cada uno de los elementos, conociendo así qué elementos bioclimáticos externos habrá que regular mediante la envolvente "piel" para disminuir o incrementar sus efectos, y de esta manera contar con las condiciones ambientales que las actividades consideradas requieren.

Lo anterior nos dará la pauta para establecer las estrategias de climatización natural que requiere la vivienda, definiendo la orientación, la ubicación y las dimensiones de los espacios, la relación y dimensiones de macizos y vanos, los materiales y acabados, los sistemas de ganancia o pérdida térmica y los instrumentos de control diario y estacional.

## VIVIENDA SOLAR

Los efectos de las condiciones climatológicas (radiación solar, viento, temperatura y humedad) en la vivienda son a menudo desconocidos y subestimados. Considerar a la vivienda ajena a su entorno produce un ambiente interior sujeto a variaciones bruscas de temperatura y ventilación, amplificando los efectos negativos del clima. Es común utilizar sistemas mecánicos como únicos medios de control térmico, olvidando soluciones vernáculas como; humidificación por evaporación de agua, penetración de la radiación solar, enfriamiento terrestre natural y el uso de la

vegetación. La vivienda cada día más tipificada es colocada literalmente en un paraje, por lo cual su concepción no guarda relación alguna con su entorno, como es el caso de las casas "provenzales" que se construyen en todas partes.

Uno de los sueños del hombre, desde sus más remotos orígenes, es no estar sujeto y/o expuesto a las condiciones climatológicas mediante un espacio cerrado permanentemente habitable, ajeno a cualquier posible influencia del medio físico exterior; por ejemplo: el proyecto de Buckminster Fuller para cubrir con una gran cúpula el centro de Nueva York o la cápsula inflada por aire acondicionado de Reynes Banhan; sin embargo estas alternativas han llegado a un estancamiento. Las soluciones mecanizadas para el control térmico absoluto se han visto limitadas por su rendimiento real, alto costo económico y energético y por los efectos negativos en el hombre (shock térmico, infecciones vírales, etc.), aplicándose básicamente en espacios colectivos (cines, teatros, oficinas, hoteles) alejados de la vivienda popular.

En teoría, los ingenieros acondicionadores de aire se sienten capaces, aun dentro de un espacio hermético todo de vidrio, de garantizar en cualquier situación el confort térmico de los usuarios a costa de una inversión inicial, mantenimiento y consumo energético muy altos. No obstante, en la práctica se muestran generalmente incapaces, sobre todo en climas en que las oscilaciones térmicas a lo largo del día y la noche introducen factores de signo opuesto. Alguna razón tiene que existir para construir edificios con todas sus fachadas de vidrio, pero ciertamente no tiene nada que ver con el confort y la economía.

En las viviendas de interés social y popular el uso de sistemas mecanizados queda excluido por el alto costo. Sin embargo, las instituciones estatales y privadas en su mayoría, siguen ignorando los efectos del clima para el diseño y construcción de espacios habitacionales. El criterio actual, regido sólo por la especulación, debe cambiar hacia una arquitectura que con un costo mínimo aporte las mayores ventajas posibles según un enfoque bioclimático.

# CLASIFICACIÓN TIPOS DE VIVIENDA

Las realizaciones arquitectónicas que utilizan la radiación solar se diferencian principalmente por su concepción, la elección de un modelo o componentes, la selección de un fluido o de una forma de funcionamiento integral de sus elementos y el tratamiento arquitectónico de conjunto.

Por lo anterior, los diferentes principios y modelos de climatización solar sólo pueden clasificarse teóricamente en función de los grados de complejidad del conjunto, de sofisticación de las partes y del consumo de energía necesaria para hacer funcionar el sistema. Para establecer una clasificación entre las diferentes aplicaciones se utiliza la establecida por Patrick Bardou y Varoujan Arzoumanian en el libro "Sol y Arquitectura". La primer diferenciación concierne a la concepción del proyecto; es decir, si la vivienda esta en relación con su entorno y la solución es integral o parcial. Según estos dos criterios principales tenemos:

**Bioclimatismo.** Principio de concepción arquitectónica que pretende utilizar, por medio de los elementos de la arquitectura misma (muros, pisos, ventanas, etc.), las condiciones favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del bienestar térmico.

**Tecnologismo.** Tendencia a integrar a una arquitectura un conjunto de técnicas de helioingeniería destinadas a satisfacer las necesidades de acondicionamiento o calefacción independientemente de la reacción de la construcción. Diferenciándose su funcionamiento, entendido como la relación entre las partes de la envoltura o entre los diferentes equipos, de acuerdo a las dos clasificaciones siguientes:

**Activo.** Se llama así al principio de captación solar, almacenamiento y distribución, que necesita para su funcionamiento la aportación de una energía externa al sistema y que implica tecnologías pesadas (equipos).

**Pasivo.** Es el principio de captación, almacenamiento y distribución capaz de funcionar por si sólo, sin aportación de energía externa y que implica técnicas simples (sin equipos).

Y por último dos criterios de aspecto, que indican si los elementos del sistema están o no integrados en la envoltura arquitectónica, sin juzgar sobre la concepción;

*Solar.* Arquitectura cuya concepción integra efectivamente los elementos del sistema de utilización de la radiación solar a la envoltura construida (colector-techo, muro-colector, invernadero..)

*Solarizada.* Arquitectura cuya concepción no le debe nada a las técnicas solares y en la que sus componentes sólo han sido sobrepuestos a la envoltura sin que su forma tenga ningún carácter específico.

## BIOCLIMATISMO

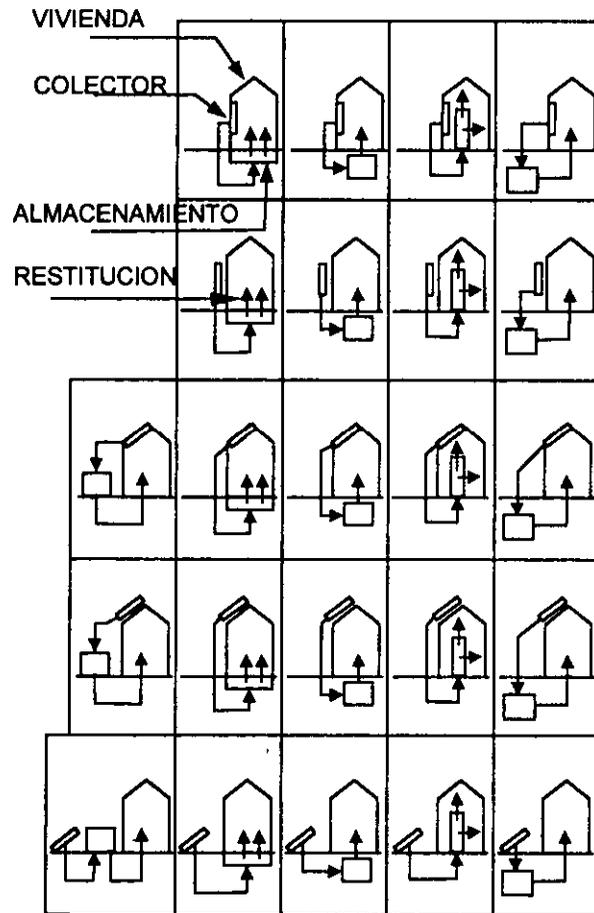
La concepción bioclimática de la vivienda se apoya en la correcta interacción entre las condicionantes climáticas (entorno) y los requisitos ambientales de los usuarios (espacio habitable interior). La envoltura de la construcción, que hace la función de una "piel", es el principal elemento de termoregulación de la vivienda; su eficiencia está en relación directa con los materiales (orientación, ubicación, propiedades y dimensiones) y los sistemas de control usados.

Los elementos climáticos (temperatura, humedad, viento y radiación) actúan conjuntamente en el intercambio térmico del hombre y su vivienda; el efecto neto de los cuatro elementos sobre el individuo se denomina presión térmica. Una ventana convenientemente orientada representa un captador solar, el vidrio contribuye al efecto invernadero y complementado con una masa térmica dentro de la estructura se obtiene un sistema pasivo elemental del tipo sol-espacio. Los muros tienen una doble función: elementos portantes y acumuladores térmicos.

La envoltura según la morfología de la vivienda actúa como un mediador entre el clima externo y el ambiente interno, minimizando la curva de las variaciones

térmicas, diarias y estacionales, logrando una construcción con un bajo perfil energético. Sin embargo, no son sólo los factores climáticos, como se señaló anteriormente, los que intervienen en un diseño bioclimático, sino como es lógico, las condicionantes sociológicas, económicas, técnicas y de integración influyen en su concepción.

## TECNOLOGISMO



Es la concepción de un sistema de climatización solar separado de la envoltura habitable. La separación de las funciones de captación, almacenamiento y restitución de la envoltura, aunque no es incompatible con una integración de los equipos en la construcción (techo - colector), no trata de bioclimatismo; estos esquemas pueden resumirse como: sol/colector/masa/espacio.

Un sistema de climatización tecnológico tiene tres partes principales: colector, almacenamiento y restitución; y tres elementos secundarios; fluido, calefacción auxiliar e instrumentos de control.

**Colector.** Utiliza el principio del cuerpo negro y de invernadero, transforma la radiación solar en calor o en electricidad por efectos fotovoltaicos.

**Almacenamiento.** Acumula el calor transmitido desde el colector utilizando un material de gran capacidad térmica.

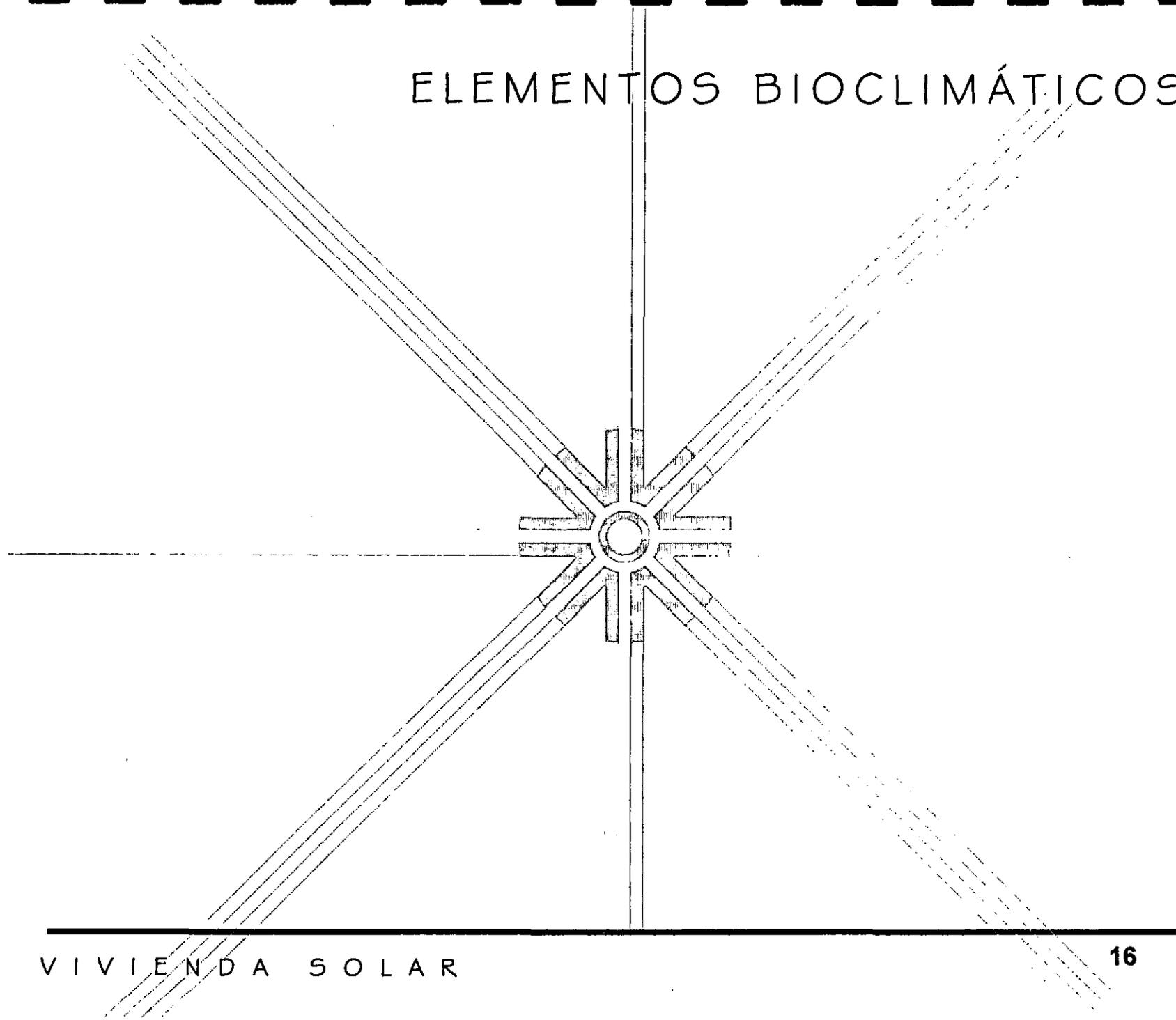
**Restitución.** Su función es distribuir por la vivienda el calor, por medio de un fluido conductor, desde el almacenamiento.

**Fluido.** Conductor que transporta el calor captado desde el colector hasta su almacenamiento, puede ser aire o líquido (agua, aceite y mezclas).

**Calefacción auxiliar.** Equipo de apoyo cuando lo extremo del clima rebasa la capacidad del sistema de climatización.

**Instrumentos de control.** Regularizan la acción de cada una de las partes, a la vez que realizan mediciones en diversos puntos, centralizando las informaciones exteriores e interiores y haciendo funcionar la calefacción auxiliar en caso necesario.

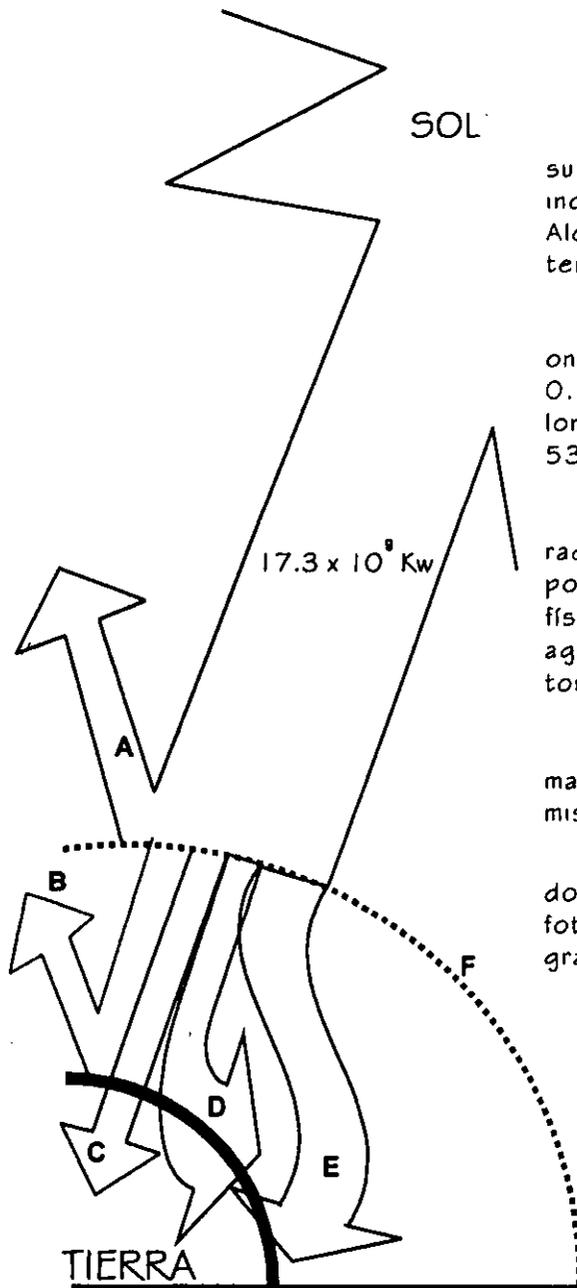
ELEMENTOS BIOCLIMÁTICOS



Es fundamental en un enfoque bioclimático el conocimiento pleno de los elementos que definen las características físicas del entorno, que limitan la acción de los materiales según sus propiedades y la respuesta fisiológica del usuario de acuerdo al régimen de ganancias y pérdidas de calor

## ELEMENTOS EXTERNOS

|                          |   |   |             |          |
|--------------------------|---|---|-------------|----------|
| Sol                      | { | fecha o estación                                  | intensidad  |          |
|                          |   | nubosidad   | duración    |          |
|                          |   | latitud   | incidencia  |          |
| Geografía                | { | localización (latitud, longitud, altitud)         |             |          |
|                          |   | relieve (costa, planicie, lomerío, montaña)       |             |          |
| Hidrografía              | { | tipo (río, lago, océano y mares, presas, canales) |             |          |
|                          |   | localización                                      |             |          |
|                          |   | dimensiones                                       |             |          |
|                          |   | composición                                       |             |          |
| Viento                   | { | dirección   |             |          |
|                          |   | sentido   |             |          |
|                          |   | velocidad   |             |          |
|                          |   | duración o periodicidad                           |             |          |
|                          |   | composición                                       |             |          |
| Precipitación<br>Pluvial | { | intensidad  | humedad     | absoluta |
|                          |   | duración  |             | relativa |
|                          |   | periodicidad                                      |             |          |
| Vegetación               | { | tipo (tropical, templada, alpina, etc.)           |             |          |
|                          |   | características<br>especie                        | crecimiento |          |
|                          |   |   | resistencia |          |
|                          |   |   | dimensiones |          |
|                          |   |   | forma       |          |
|                          |   |   | follaje     | abrigo   |
|                          |   |   |             | densidad |



Astro luminoso de nuestro sistema, que mantiene por su masa girando a su alrededor a los planetas y a un gran número de asteroides. Semeja una esfera incandescente formada por una enorme masa de gases, hidrógeno principalmente. Alcanza en su centro temperaturas de varios millones de grados debido a reacciones termonucleares y en su superficie tiene una temperatura de 5,500 °c.

Irradia energía en forma de ondas electromagnéticas (fenómeno ondulatorio), que alcanzan los límites de la atmósfera terrestre con una potencia de 0.14 w/cm<sup>2</sup> llamada constante solar. Esta radiación se descompone en diferentes longitudes de onda: Corta o Ultravioleta 3%, Media o Visible 44% y Larga o Infrarroja 53%.

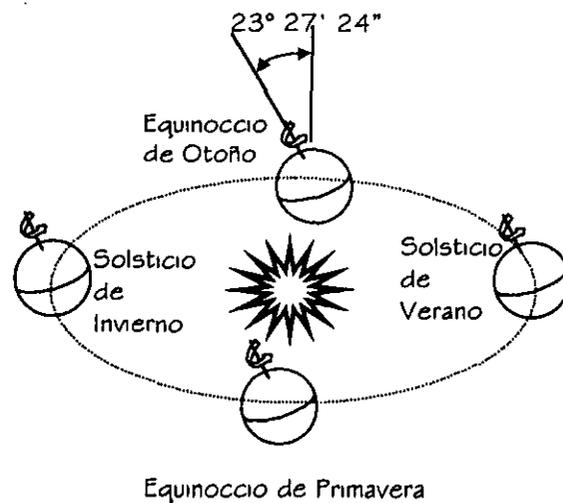
La Tierra ubicada a una distancia de 150'000,000 km, recibe una radiación solar de 17'300'000 mw. De esta energía el 30% se pierde en el espacio por reflexión y el 70% restante calienta la tierra produciendo una serie de fenómenos físicos (clima), así como químicos (fotosíntesis), que permiten la vida humana. La agricultura es posible por el Sol y la lluvia, siendo esta última un riego natural que toma su energía del Sol.

El Sol es la fuente de casi toda la energía existente en la Tierra; la madera, el carbón, el petróleo y el gas natural son la energía solar transformada, así mismo, los vientos y las corrientes de agua.

Los usos que se le pueden dar a la energía solar son: calefacción doméstica, refrigeración, calentamiento de agua, destilación, generación de energía, fotosíntesis, hornos solares, evaporación, acondicionamiento de aire, secado de granos, entre otros.

- A. Reflexión 30 % (Onda Corta)
- B. Calentamiento tierra y aire 49.78 %
- C. Fotosíntesis 0.02 %
- D. Vientos y olas 0.20 %
- E. Ciclo hidrológico 23.0 %
- F. Límite de la atmósfera

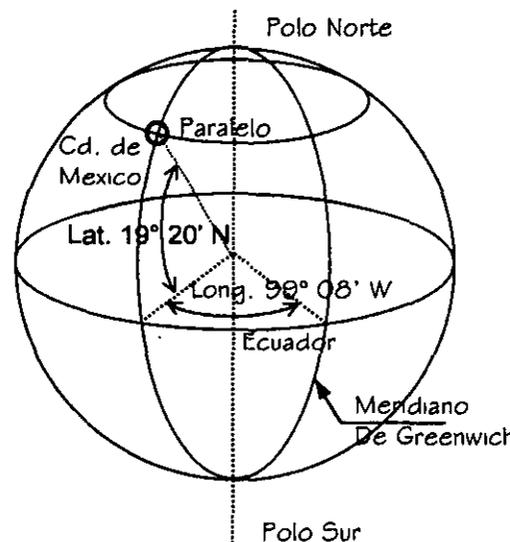
# LA TIERRA



Es el tercer planeta de nuestro sistema solar, su forma casi esférica, ligeramente achatada en los polos, recibe el nombre de geoide. Se divide en tres grandes capas: la atmósfera (aire), la hidrosfera (agua) y la litosfera (materias sólidas). Tiene el 71 % de su superficie cubierta por agua y las tierras emergidas se agrupan en tres grandes masas continentales; América, Euroasia y Antártida.

Tiene dos movimientos principales: la rotación sobre el eje terrestre (recta imaginaria que atraviesa la Tierra por su centro) que presenta un ángulo de  $23^{\circ} 27' 24''$  respecto a la normal al plano de la órbita; este movimiento define la secuencia del día y la noche teniendo una duración de 23 hr 56' 4.1"; y la traslación alrededor del Sol que describe una trayectoria ligeramente elíptica con una duración de 365 días 6 hr 9' 9.5"; este movimiento marca el paso de la estaciones.

El Ecuador, círculo máximo con un valor de 40,076 km, es perpendicular al eje terrestre, divide a la tierra en hemisferio norte o boreal y hemisferio sur o austral. Los paralelos son círculos menores perpendiculares al eje terrestre y paralelos al ecuador y entre si.



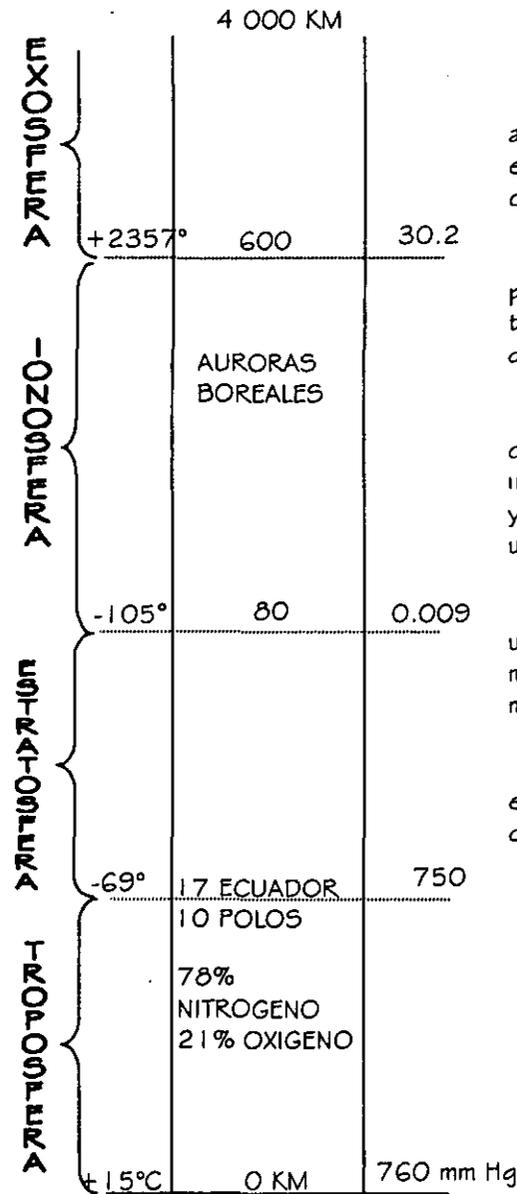
La ubicación de cualquier punto sobre la Tierra se determina mediante los siguientes datos;

**Latitud.** Posición o coordenada geográfica de un lugar, es el valor del ángulo que forma la vertical del sitio con el plano del ecuador, expresado en grados meridiano norte o sur.

**Longitud.** Es el valor expresado en grados o en horas del arco del ecuador, comprendido entre el meridiano del lugar y un meridiano de referencia llamado de Greenwich.

**Altitud.** Elevación sobre el nivel del mar, expresada en metros.

# ATMÓSFERA



Es la capa invisible, formada por la mezcla de varios gases que envuelve a la Tierra, permite el paso de gran parte de la radiación que recibe del Sol, existiendo un continuo intercambio con la superficie terrestre. Está formada por cuatro capas:

**Tropósfera.** Su nombre significa esfera de cambios, porque en ella se producen los vientos y la mayoría de las nubes. Concentra cerca del 90% de la masa total de la Atmósfera y está constituida por nitrógeno 78.09%, oxígeno 21%, bióxido de carbono 0.03% y otros gases; se extiende hasta 10 a 17 km de altura.

**Estratósfera.** Comprende de la tropósfera hasta 80 km SNM. En esta capa, el oxígeno y el nitrógeno disminuyen considerablemente; existen en cambio, importantes cantidades de hidrógeno y ozono, este último se concentra entre los 20 y 40 km de altura donde forma una capa que no permite el paso de las radiaciones ultravioletas del sol, las cuales si llegaran a la superficie terrestre destruirían la vida.

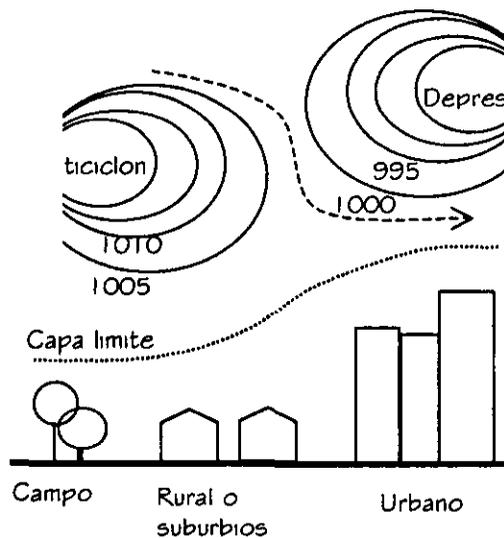
**Ionósfera.** Abarca de los 80 a los 600 km de altura. Los rayos X y ultravioleta del Sol producen reacciones químicas, la temperatura se eleva y alcanza más de 1,000 °C. Es la zona de las auroras boreales y en ella se incendian los meteoritos.

**Exósfera.** Se extiende a partir de los 600 km de altura y se confunde, en sus porciones superiores, con el espacio interestelar. Esta constituida por una capa de helio a la que rodea otra capa de hidrógeno.

# VIENTO

Es el desplazamiento del aire producido por diferencias de presión, con un movimiento en forma de "S" de las zonas de alta presión -anticiclón- a las zonas de baja presión -depresión-.

Existen vientos predominantes: a nivel planetario macrovientos y vientos locales por región. Los vientos locales son fácilmente identificables; en las costas por ejemplo, las brisas marinas producidas por las diferencias de absorción calorífica entre las masas de agua y la superficie de la tierra; algo semejante se produce entre las montañas y los valles contiguos, ya que la ladera de las montañas se calienta más de prisa que los valles.



A una altura menor a los 300 m las fuerzas de fricción contra la superficie terrestre aminoran el desplazamiento del aire provocando turbulencias, estos movimientos varían según el relieve en una zona llamada capa límite de la atmósfera. Para una altitud igual, la velocidad decrece cuando la rugosidad del suelo aumenta, las turbulencias disminuyen con la altitud.

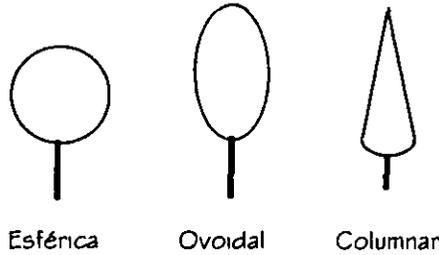
Las disposiciones y forma de las construcciones pueden provocar fenómenos de aceleración con bruscas ráfagas; algunos casos comunes son:

**Efecto de esquina.** En el ángulo de un edificio de gran altura las aceleraciones del viento pueden ser elevadas.

**Efecto de Venturi.** Cuando dos edificios forman un colector al estrecharse un pasillo, provoca una aceleración a nivel del suelo.

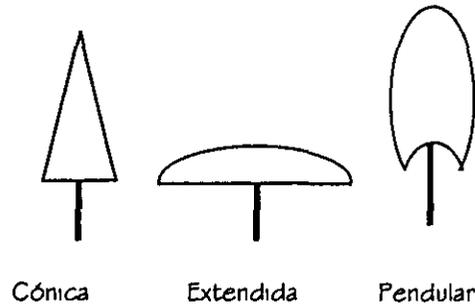
**Efecto de rodillo.** Sobre la fachada expuesta al viento este efecto repercute en la parte descendente del flujo que se organiza en forma de rodillo remolinante de eje horizontal.

# VEGETACIÓN



Sólo trataremos de arboles y arbustos, debido a que son ellos los que básicamente pueden utilizarse como elementos de protección o refuerzo para el control térmico de la vivienda, aunque no debe olvidarse que una superficie jardinada tiene cualidades importantes como el aumento de la humedad y un menor albedo \*.

Se utilizan las tablas de clasificación que Rafael Chanes incluye en su libro "Deodendron" según los siguientes lineamientos:



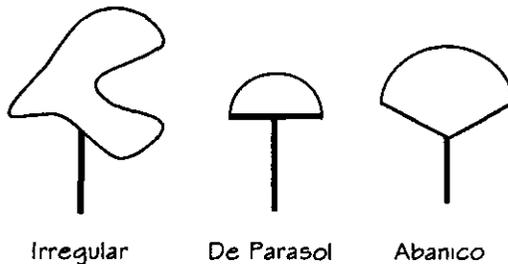
1. Tipo de hoja: Se indica la cualidad de persistente o caduca.

2. Altura

3. Forma. Se proponen diez formas generales dentro de las cuales se ha intentado simplificar todas las especies tratadas y son las siguientes; esférica, oval, columnar (cilindrica), cónica, extendida (casquete esférico), pendular (semiovoide), irregular, de parasol (semiesfera), abanico (cónica invertida) y horizontal (poliedro de bases irregulares y caras gausas).

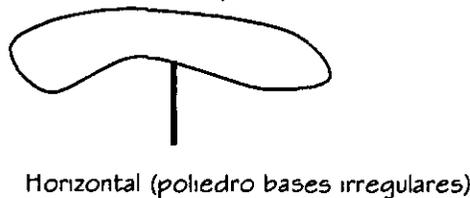
4. Ambiente que soportan. Sombra ligera, sol de mediodía y sombra densa.

5. Tipo de sombra que producen. Se distinguen tres tipos durante su foliación máxima y que naturalmente se relacionan con la densidad del follaje: ligera, media y densa.



6. Densidad. Sólo en arbustos se consideran tres tipos, que influyen fundamentalmente en el papel para definir recintos que poseen los arbustos: débil, media y fuerte.

7. Crecimiento. Se refiere al tiempo que tarda la planta en alcanzar su máximo desarrollo.



## ÁRBOLES

|        |                 |
|--------|-----------------|
| rápido | de 5 a 15 años  |
| medio  | de 15 a 25 años |
| lento  | más de 25 años  |

## ARBUSTOS

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| rápido | desarrollo total antes de los 5 años |
| medio  | entre 5 y 10 años                    |
| lento  | más de 10 años                       |

### 8. Usos específicos

#### Para los arboles:

- frutal hoja persistente
- no permite otras plantas debajo
- cultivo en maceta
- retención de tierras
- para cortavientos
- resistente a la sequía
- resistente en suelos calcáreos
- resistente al frío (-10°C)
- terrenos salobres junto al mar

#### Para los arbustos

- soportan la poda
- cultivo en maceta
- resistente a la sequía
- resistente en suelos calcáreos
- resistente tierra ácida
- resistente al frío (-10°C)
- terrenos salobres junto al mar

## CLIMA

Es el resultado de las condiciones físicas de una región (macroclima) o de una localidad en particular (microclima). La clasificación de los tipos de clima es tan sólo un ordenamiento arbitrario, pues es difícil precisar los límites. Con pocas excepciones los climas de regiones adyacentes se funden gradualmente unos con otros. Se consideran tan sólo dos factores; temperatura y humedad. Esto se debe a que no hay suficiente información sobre las condiciones de la radiación solar en distintas partes del mundo y el régimen de vientos es muy variable dependiendo de la localidad.

Es necesario recordar que las características físicas de una localidad tienen un papel importante en la definición de su clima: como una masa de agua cercana, montañas que modifiquen el régimen de vientos local, la radiación solar incidente, etc. Estas dan como resultado un microclima que sale de los lineamientos del macroclima de la región.

El agrupamiento sistemático de los elementos del clima en clases, según sus relaciones comunes, se puede fundamentar en gran número de parámetros. La dificultad reside en establecer criterios generales partiendo de los componentes climáticos que consideramos representativos. La primera y más generalizada regionalización se debe a los griegos, y dividía la Tierra en tres grandes zonas climáticas, basándose en la distribución de las temperaturas: tropical, templada y polar. Desde entonces pueden observarse dos tendencias principales en la clasificación: genéticas, basadas en los factores que generan la diversidad climática (circulación de la atmósfera, masas de aire, tipos de tiempo); y las llamadas empíricas, basadas en elementos del clima combinados en índices (grado de aridez y temperaturas).

En nuestro caso ocuparemos la Clasificación de Köppen, que constituye el mejor ejemplo de clasificación empírica y es uno de los esquemas más conocidos y de mayor aplicación por los geógrafos. Su idea de partida es que la vegetación natural constituye un indicador del clima y algunas de sus categorías se apoyan precisamente en los límites climáticos de ciertas formas vegetales. Los climas son definidos por los valores medios anuales y mensuales de las temperaturas y las precipitaciones, y con estos criterios diferencia cinco grandes grupos, reconocidos mediante letras mayúsculas :

- A : Clima tropical lluvioso. Todos los meses la temperatura media es superior a 18° C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.

- B : Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación y no hay excedente hídrico.
- C : Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre  $18^{\circ}$  y  $-3^{\circ}$  C, y la media del mes más cálido supera los  $10^{\circ}$ C.
- D : Climas templados de invierno frío. La temperatura media del mes más frío es inferior a  $-3^{\circ}$  C y la del mes más cálido está por encima de  $10^{\circ}$  C.
- E : Climas polares. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a  $10^{\circ}$  C. Cuando el mes más cálido oscila entre 0 y  $10^{\circ}$  C de temperatura media, el autor diferencia el grupo ET (clima de tundra) y en el caso de que ningún mes supere los  $0^{\circ}$  C de media el grupo EF (clima de hielo permanente).

Los grupos anteriores se subdividen a su vez en subgrupos más específicos mediante letras minúsculas, con referencia a la distribución estacional de la precipitación:

- f : lluvioso todo el año, ausencia de período seco.
- s : presencia de estación seca en verano.
- w : estación seca en invierno.
- m : precipitación de tipo monzónico.

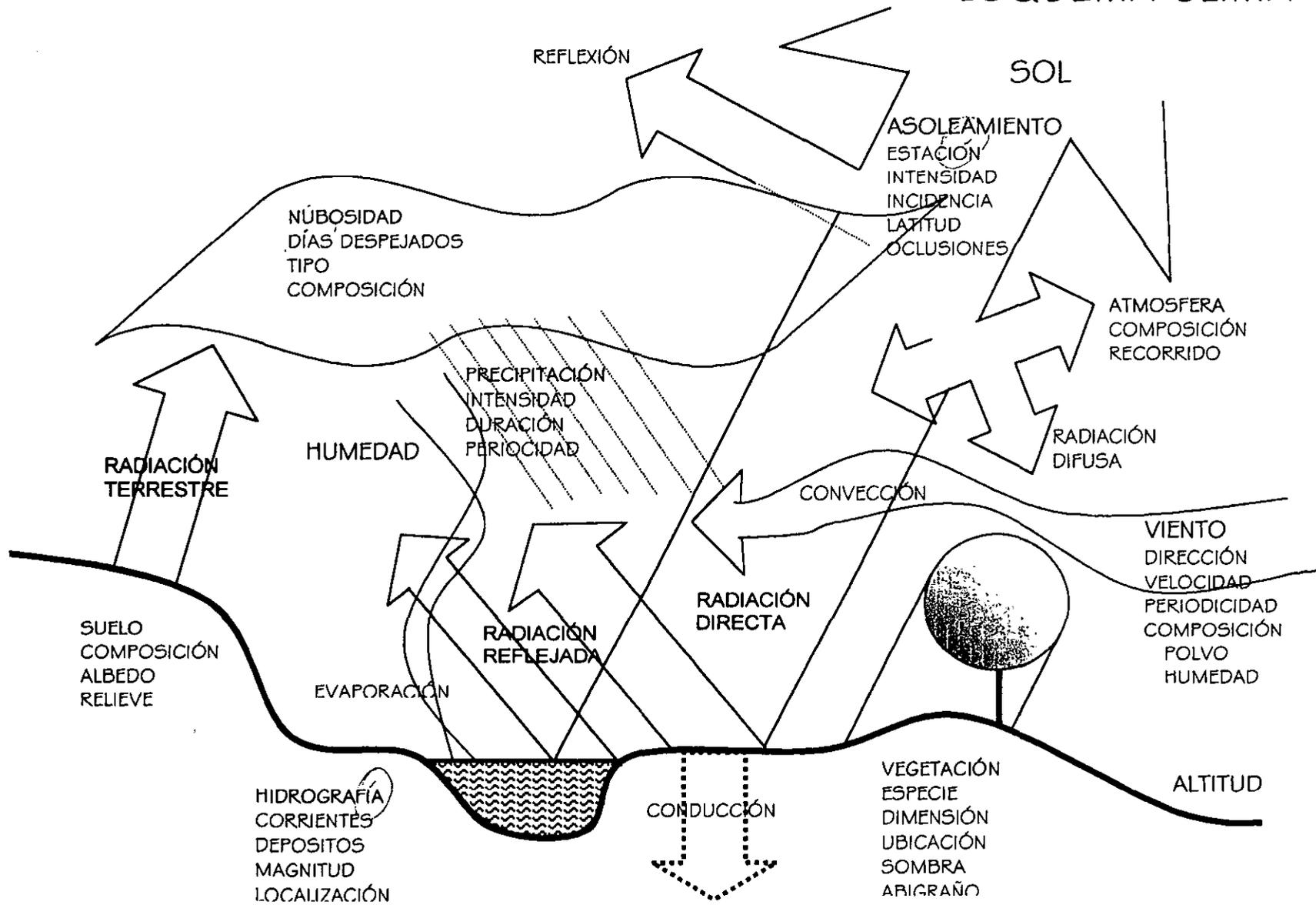
Para matizar el régimen térmico se hace uso de una tercera letra:

- a : temperatura media del mes más cálido superior a  $22^{\circ}$  C.
- b : temperatura media del mes más cálido inferior a  $22^{\circ}$  C, pero con temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a  $10^{\circ}$  C.
- c : menos de cuatro meses tienen temperatura media superior a  $10^{\circ}$  C.
- d : el mes más frío está por debajo de  $-38^{\circ}$  C .
- h : temperatura media anual superior a  $18^{\circ}$  C .
- k : temperatura media anual inferior a  $18^{\circ}$  C .

De esta manera se obtienen los siguientes tipos de clima

- Af Selva tropical. Sin estación seca.  $P_{\text{mín}} > 60 \text{ mm}$
- Aw Sabana tropical. Invierno seco.  $P_{\text{mín}} > 100 - P/25$
- Am Monzónico.  $60 < P_{\text{mín}} > 100 - P/25$
- BS Estepa (semárido)
- BW Desierto (árido)
- Cf Templado húmedo sin estación seca (régimen de precipitación uniforme)
- Cw Templado con invierno seco.  $P_{\text{mín}} < P_{\text{máx}}/10$
- Cs Templado con verano seco.  $P_{\text{mín}} < 30 \text{ mm}$  y  $P_{\text{mín}} < P_{\text{máx}}/3$ .  
Mediterráneo
- Df Bosque frío sin estación seca. Taiga régimen de precipitación uniforme.
- Dw Bosque frío con invierno seco. Taiga.  $P_{\text{mín}} < P_{\text{máx}}/10$ .
- ET Tundra. Temperatura del mes más caliente superior a  $0^{\circ} \text{C}$ .
- EF Glacial. temperatura del mes más caliente inferior a  $0^{\circ} \text{C}$ .

# ESQUEMA CLIMA



# TERMOMETRÍA

Cuatro elementos climáticos; temperatura, humedad, viento y radiación, influyen en el equilibrio térmico del hombre, sus efectos deben considerarse conjuntamente. Esta acción recibe el nombre de presión térmica sobre el individuo.

Por lo anterior, es necesario conocer sus características (intensidad, duración, periodicidad); estos datos los proporcionan varias oficinas gubernamentales como; el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

El acondicionamiento del medio se ha visto facilitado, por la utilización de una serie de aparatos que permiten registrar con exactitud las características del clima. En el caso de cada elemento climático son:

1. Temperatura del aire (en grados Centígrados, Fahrenheit, Kelvin o Celsius) termómetro común, termómetro húmedo (psicrómetro) y termómetro de globo.

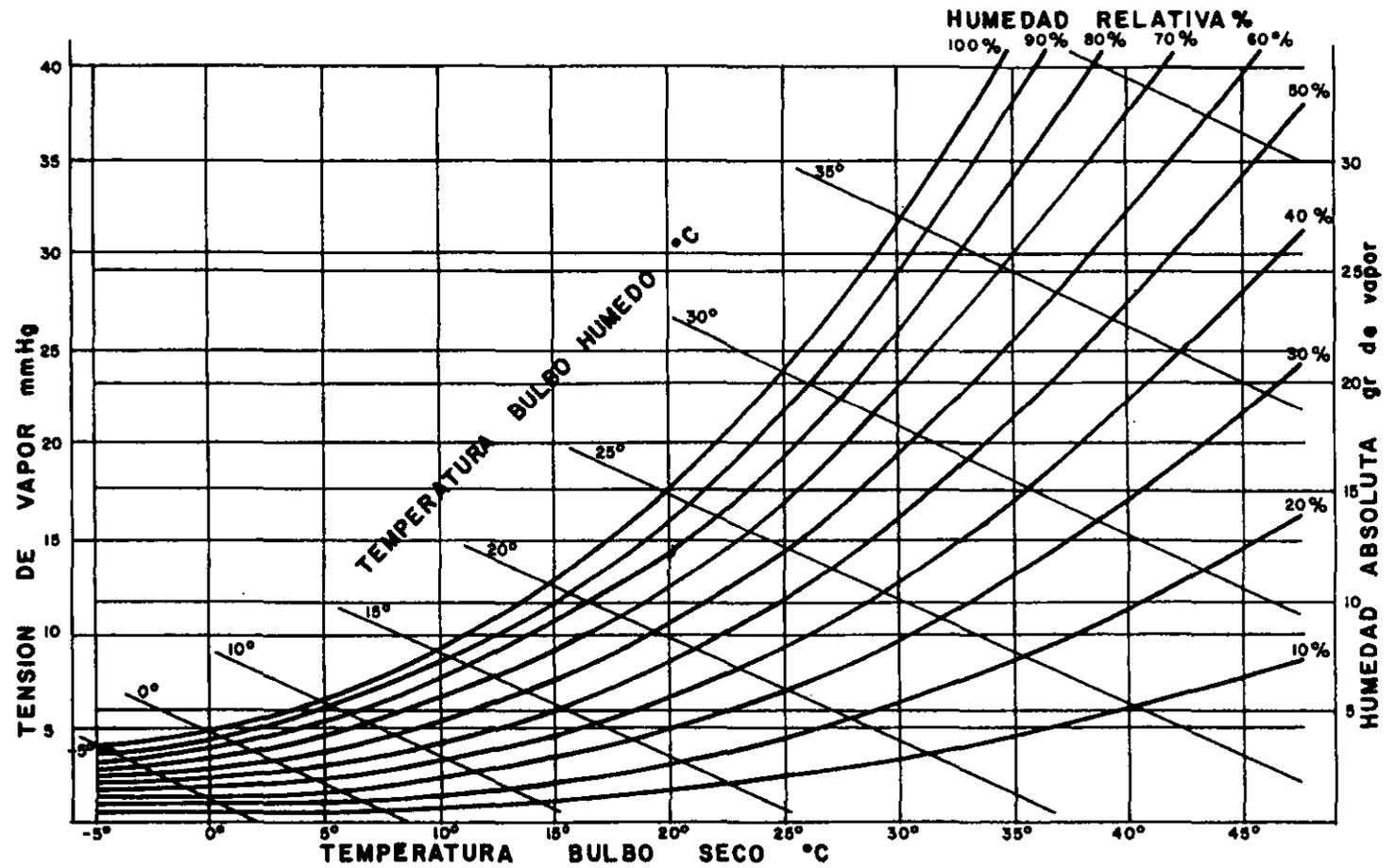
2. Velocidad y dirección del aire (m/seg. o km/hr) se mide con el anemómetro.

3. Radiación (cal/cm<sup>2</sup>/dia) existen aparatos como el solarímetro que permiten el registro total incidente sobre un plano horizontal.

4. Humedad del aire absoluta, es la cantidad de gramos de vapor que contiene el aire en menor o mayor cantidad; el vapor de agua incrementa ligeramente la presión del aire (presión de vapor en mm hg), cuando aumenta hasta saturar el aire recibe el nombre de presión de saturación de vapor. Relativa es la relación en porcentaje entre la presión de vapor a una temperatura determinada y la que en ese mismo aire y a la misma temperatura tendría si estuviera saturado.

Se han hecho cálculos experimentales de la relación entre la temperatura y la presión de vapor, los resultados se muestran en la llamada carta psicrométrica o diagrama de Mollier.

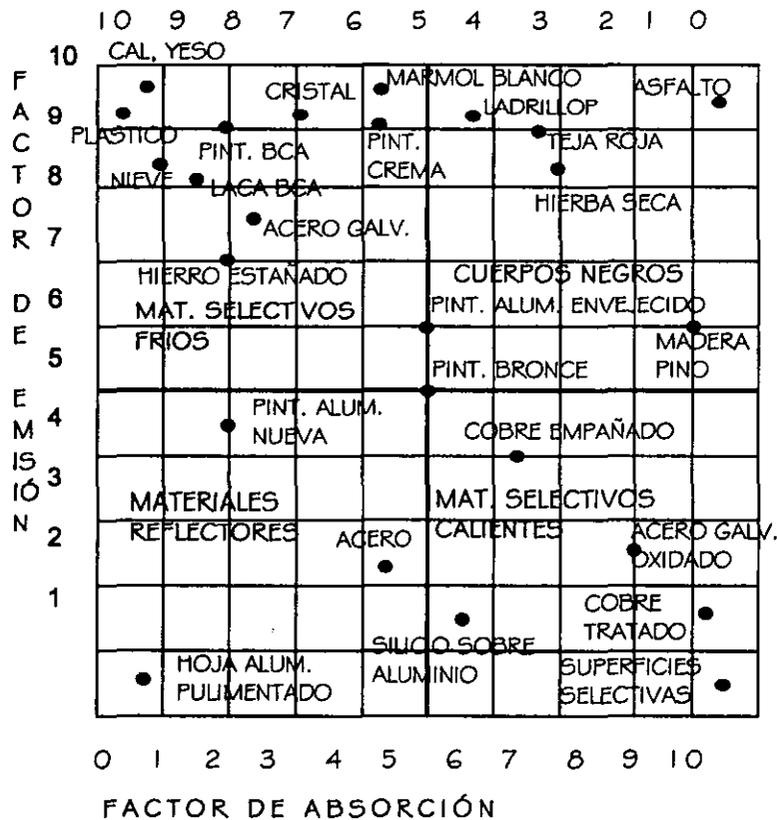
# CARTA PSICROMETRICA



# MATERIALES

Los materiales tienen propiedades que son determinantes por su comportamiento térmico en un diseño bioclimático. La radiación solar puede ser absorbida, transmitida o reflejada, siendo la suma de estas tres acciones igual al flujo incidente. Las diferentes reacciones que se producen ante la radiación solar son las siguientes:

## FACTOR DE REFLEXIÓN: ALBEDO siguientes:



**Absorción.** Es la facultad de un material para absorber una parte o la totalidad de la radiación solar. Se caracteriza por una relación entre el flujo absorbido y el flujo recibido (factor de absorción) normalmente inferior a uno, valor al que sólo se llega en casos excepcionales, como el del cuerpo negro\* perfecto.

**Reflexión.** Es un proceso que permite a un material reflejar parte de la radiación recibida en la misma longitud de onda. La reflexión se caracteriza por un factor siempre inferior a uno e igual a cero en el cuerpo negro ideal; es complementaria del factor de absorción y la suma de ambos es igual a uno.

**Emisión.** Todo material es capaz, igual que el Sol, de emitir una radiación particular, teniendo en cuenta su naturaleza y temperaturas propias. Esta emisión se caracteriza por un factor que relaciona la emisión de un cuerpo negro perfecto con la del cuerpo en cuestión; este factor siempre es inferior a uno.

**Conducción Térmica.** Es el desplazamiento de la energía en forma de ondas en el interior de un mismo material en un tiempo que le es propio y que depende de su factor de conductividad.

**Resistencia Térmica.** Propiedad que tiene un material de no ser atravesado por el calor; en régimen permanente es lo contrario de la conductancia térmica.

## Relación de propiedades físicas de los materiales para su aplicación en diseños bioclimáticos:

1. Las radiaciones solares y las térmicas son absorbidas, el material se calienta al máximo durante el día y se enfría al máximo durante la noche, la absorción "a" y la emisión "e" son máximas, el material es radiador como el asfalto y la pintura negra.

2. La radiación solar es absorbida y la térmica reflejada, este material es un cuerpo selectivo caliente o acumulador, es buen conservador del calor, "a" es máxima y "e" es mínima; por ejemplo el acero inoxidable y el cobre.

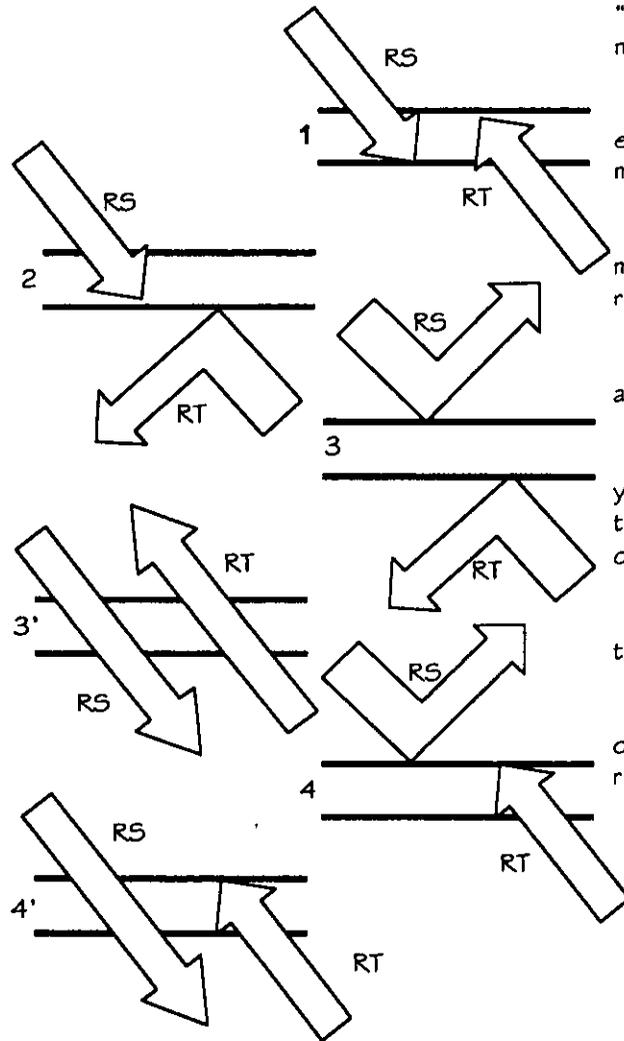
3. Las radiaciones solares y térmicas son reflejadas, el material mantiene la temperatura ambiente, "a" y "e" son mínimas, el material es aislante o reflector; por ejemplo las hojas de aluminio.

3'. Las radiaciones atraviesan el material que es transparente como algunos plásticos.

4. La radiación solar se refleja y la térmica es absorbida, "e" es máxima y "a" mínima para la radiación solar. es un cuerpo selectivo frío, se mantiene a temperatura ambiente al Sol y se enfría durante la noche, adecuado para combatir el calor, por ejemplo; la cal, el mármol blanco, el papel y la nieve.

4'. La radiación solar atraviesa el material que le es transparente, la térmica es absorbida; por ejemplo el agua, el cristal, el hielo y el plástico.

En la evaluación de un material por sus ventajas térmicas, no hay que olvidar que son determinantes para su uso su costo y otras propiedades como resistencia, peso, impermeabilidad, aspecto, método constructivo y accesibilidad.

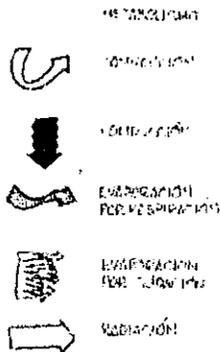
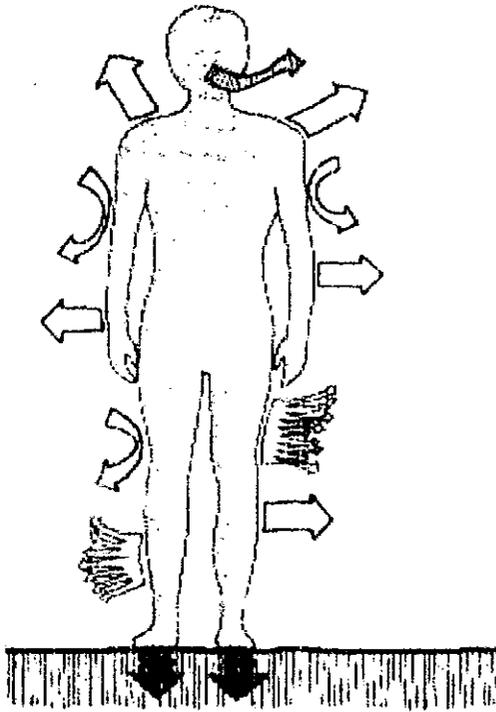


| MATERIAL           | PESO ESPECIFICO<br>KG/M <sup>3</sup> | CAPACIDAD<br>CALORIFICA<br>KCAL/M <sup>3</sup> °C | CALOR<br>ESPECIFICO<br>KCAL/T °C | COSTO ENERGETICO<br>KWH/KG |
|--------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------|
| AGUA               | 1,000.00                             | 1,000   | 1,000                            |                            |
| CHATARRA           | 7,850.00                             | 940   | 120                              |                            |
| ETILENOGLICOL      | 1,120.00                             | 700   | 630                              |                            |
| CONCRETO           | 2,500.00                             | 675   | 270                              | 0.20                       |
| GRANULADOS PESADOS | 2,500.00                             | 625   | 250                              |                            |
| PIEDRA PESADA      | 2,800.00                             | 560   | 200                              |                            |
| VIDRIO             | 2,700.00                             | 540   | 200                              | 6.00                       |
| MORTERO            | 2,200.00                             | 475   | 215                              | 2.20                       |
| YESO               | 1,450.00                             | 450   | 310                              | 1.00                       |
| TAPIAL             | 2,000.00                             | 440   | 220                              |                            |
| PIEDRA CALCAREA    | 2,000.00                             | 400   | 200                              |                            |
| BARRO COCIDO       | 2,000.00                             | 400   | 200                              | 1.20                       |
| ARENA              | 1,800.00                             | 340   | 190                              | 0.01                       |
| ADOBE              | 1,500.00                             | 330   | 220                              | 0.40                       |
| GRANULADO LIGERO   | 1,500.00                             | 225   | 150                              | 0.40                       |
| CONCRETO CELULAR   | 700.00                               | 175   | 220                              | 0.50                       |

# TERMOFISIOLOGIA HUMANA

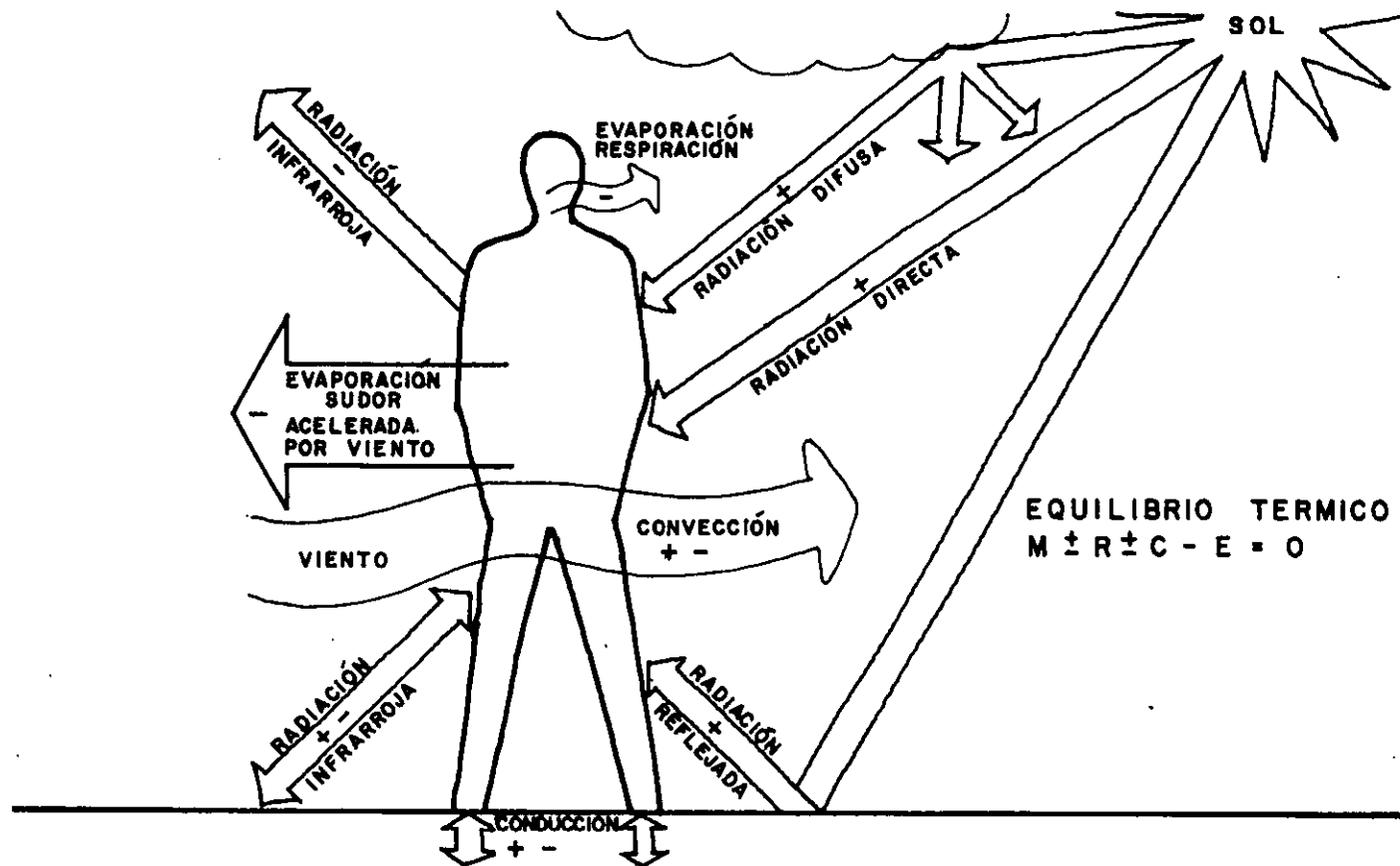
El hombre en estado sano es un animal homotérmico, independientemente de su actividad y de las circunstancias ajenas. Su temperatura corporal interior se mantiene prácticamente constante a 37 °C, gracias al flujo circulatorio, hasta llegar a la periferia, donde hace uso de la vasodilatación y constricción para su autorregulación térmica.

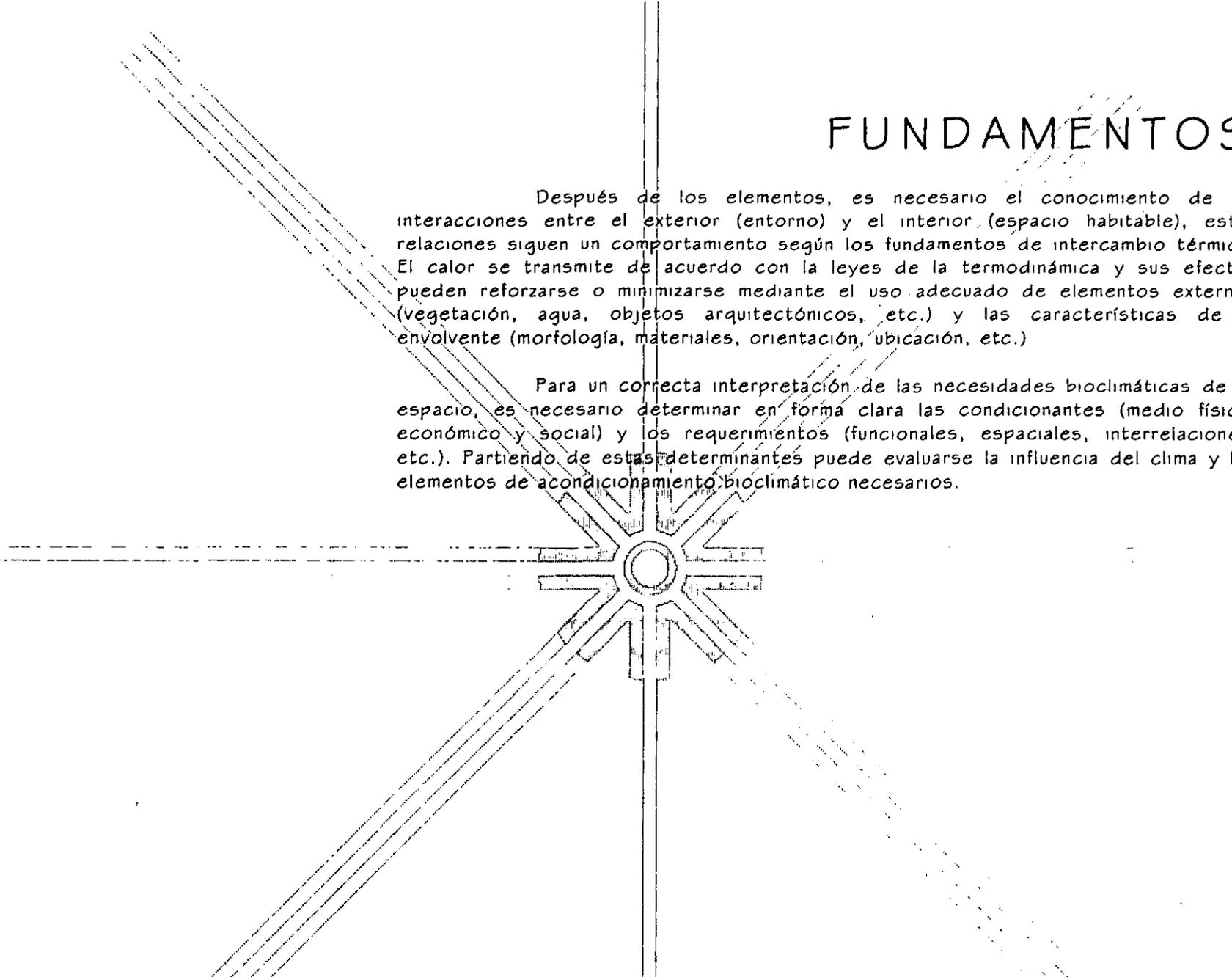
Según la termodinámica, el hombre no es una máquina perfecta. Se calcula su rendimiento de 20 a 25%; aun en completo reposo produce calor: 73 kilocalorías por hora (metabolismo o calor basal) que puede aumentar hasta ocho veces por esfuerzo intenso y en breves períodos. El equilibrio térmico humano en esencia es el mantener el balance entre ganancias y pérdidas de calor, los fenómenos más significativos de este intercambio son:



|                     | Ganancias   | Pérdidas  |
|---------------------|---|---|
| Producción de calor | metabolismo<br>actividad<br>procesos digestivos<br>tensión muscular         |   |
| Radiación           | solar directa y reflejada<br>radiaciones incandescentes                     | hacia el cielo<br>hacia objetos cercanos y al piso más fríos              |
| Conducción          | objetos calientes no incandescentes<br>aire más caliente                    | aire más frío<br>contacto con objetos más fríos                           |
| Otros               | condensación de la humedad atmosférica acelerado por el movimiento del aire | evaporación por respiración<br>piel: transpiración, sudor y agua aplicada |

# TERMOFISIOLOGIA HUMANA





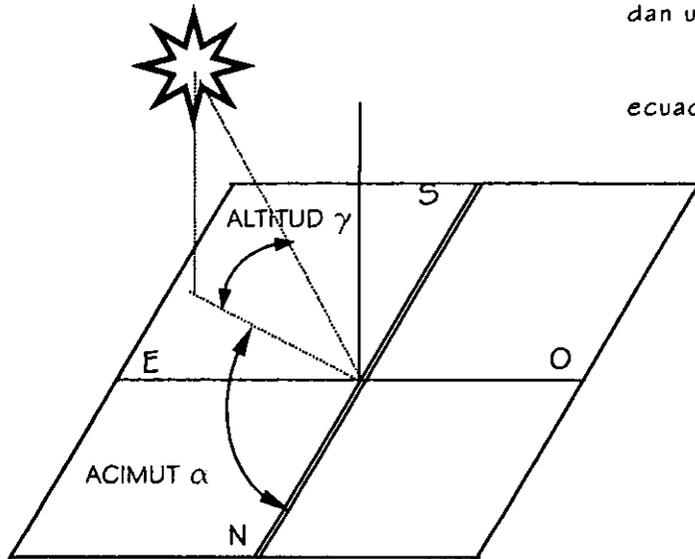
# FUNDAMENTOS

Después de los elementos, es necesario el conocimiento de las interacciones entre el exterior (entorno) y el interior (espacio habitable), estas relaciones siguen un comportamiento según los fundamentos de intercambio térmico. El calor se transmite de acuerdo con la leyes de la termodinámica y sus efectos pueden reforzarse o minimizarse mediante el uso adecuado de elementos externos (vegetación, agua, objetos arquitectónicos, etc.) y las características de la envolvente (morfología, materiales, orientación, ubicación, etc.)

Para un correcta interpretación de las necesidades bioclimáticas de un espacio, es necesario determinar en forma clara las condicionantes (medio físico, económico y social) y los requerimientos (funcionales, espaciales, interrelaciones, etc.). Partiendo de estas determinantes puede evaluarse la influencia del clima y los elementos de acondicionamiento bioclimático necesarios.

# GEOMETRÍA SOLAR

Para construir con el Sol o utilizar su energía por medio de paneles solares, es necesario tener conocimiento de las características del movimiento del Sol. Su posición se determina por; el ángulo de altitud solar ( $\gamma$ ) formado por el plano del horizonte y el rayo solar, y el ángulo acimut solar ( $\alpha$ ) medido entre la proyección horizontal del rayo solar y el eje Norte - Sur. Estos valores se encuentran en tablas, en diagramas solares y en programas de cómputo que para una latitud determinada dan una representación aproximada del recorrido aparente del sol.



Puede calcularse también mediante el uso de las siguientes dos ecuaciones astronómicas;

$$\text{Sen } \gamma = \text{sen } d \cdot \text{sen } \varphi - \text{cos } d \cdot \text{cos } \varphi \cdot \text{cos } t$$

$$\text{Sen } \alpha \cdot \text{cos } \gamma = \text{cos } d \cdot \text{sen } t$$

$\gamma$  (gamma) = ángulo de altitud solar

$\alpha$  (alfa) = ángulo de acimut solar

$\varphi$  (fi) = latitud geográfica

$t$  = ángulo horario ( $15^\circ$  por cada hora)

$d$  = declinación, variando de  $0^\circ$  en los equinoccios a  $23.5^\circ$  el 21 de julio y  $-23,5^\circ$  el 21 de diciembre.

Existen varios métodos de representación gráfica del movimiento aparente del Sol, siendo los más conocidos el Estereográfico, el Diagrama Polar y el tipo Banda.

# ESTEREOGRÁFICO

Mediante la representación gráfica de la bóveda celeste, se define la intersección entre el plano horizontal de referencia y una línea recta imaginaria que une las diferentes posiciones del Sol y el Nadir \*, ver figura 1. En la figura 2 se muestra el trazado del ángulo de la sombra, y en la figura 3 el método para establecer los ángulos de sombra que pueden ser empleados para medir el rendimiento de un dispositivo de protección a la penetración solar en un momento determinado.

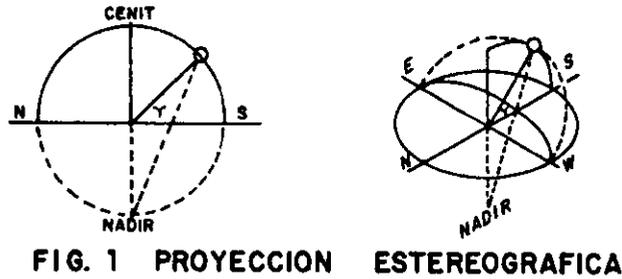


FIG. 1 PROYECCION ESTEREOGRAFICA

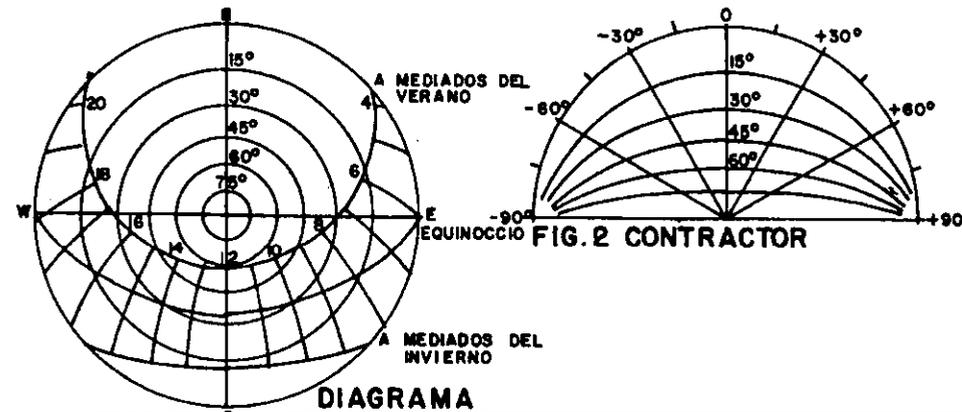


FIG. 2 CONTRACTOR

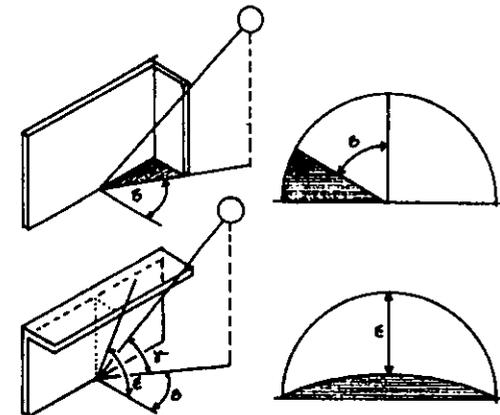
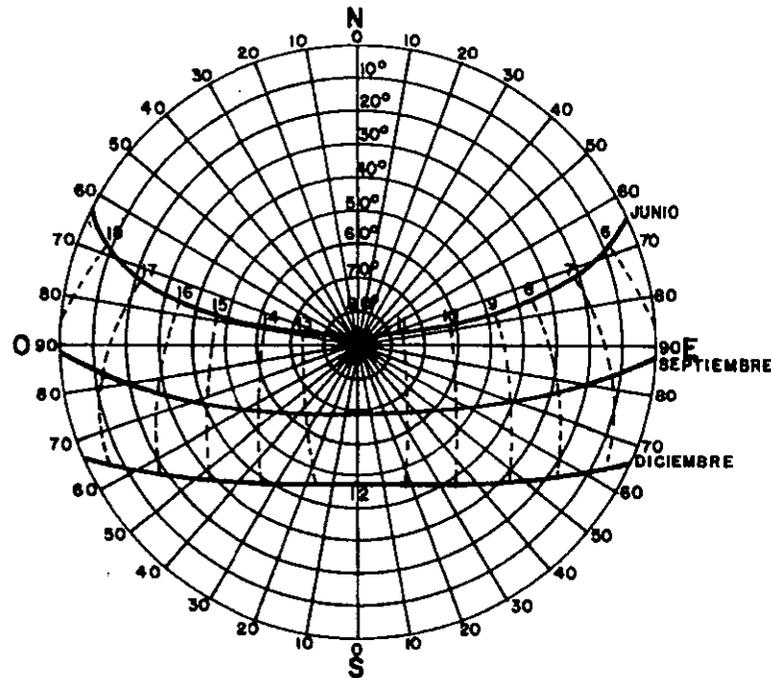


FIG. 3

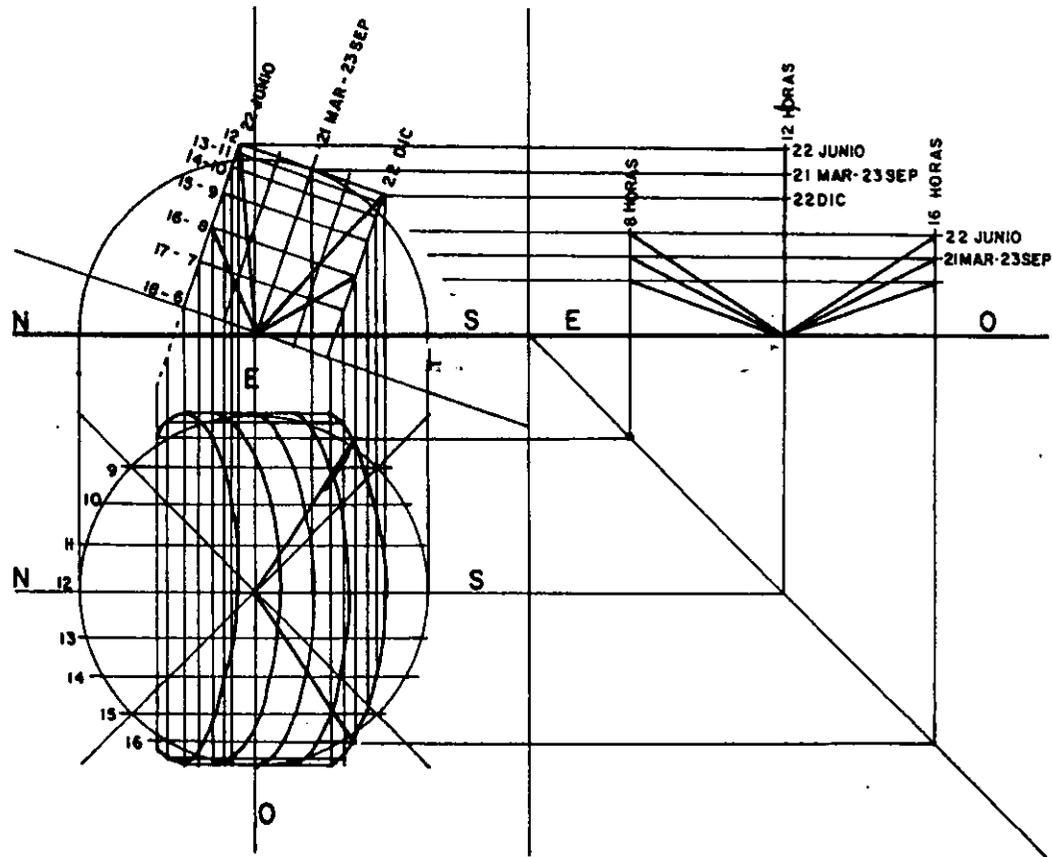
## DIAGRAMA POLAR

Es un tipo de proyección plana dentro de un círculo que representa el horizonte, dos diámetros perpendiculares señalan las orientaciones (Norte-Sur y Este-Oeste). Las alturas están representadas por círculos concéntricos, equidistantes, generalmente sobre una base de  $10^\circ$ , y los acimuts por los rayos.

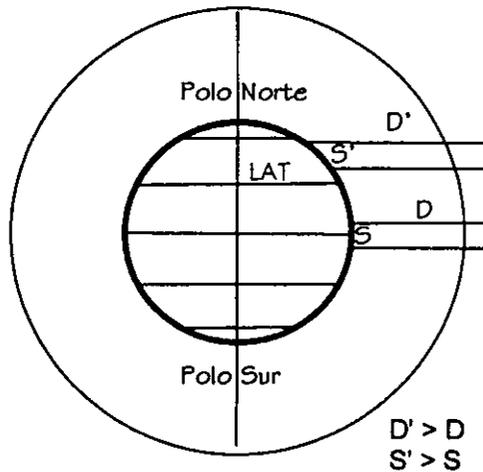
A partir del diagrama, con curvas para todos los meses del año y con un desglose horario, por lectura directa se pueden conocer los periodos de Sol para un día determinado, y el acimut y la altura solares para una hora en específico.



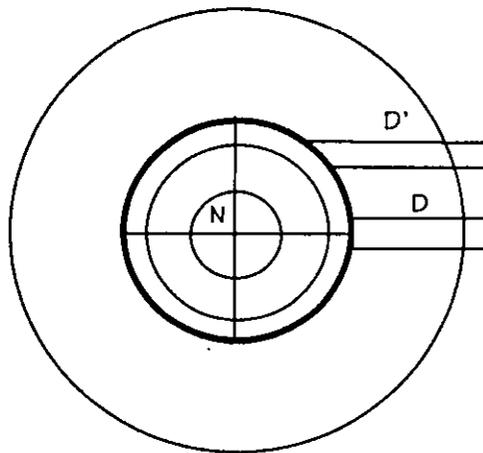
# GRÁFICA SOLAR



## ASOLEAMIENTO



DIFERENCIA DE MASA ATMOSFERICA  
ATRAVESADA POR LA RADIACIÓN SOLAR  
A LATITUDES DISTINTAS Y MISMA HORA



DIFERENCIA DE MASA ATMOSFERICA  
ATRAVESADA POR LA RADIACIÓN SOLAR  
A HORAS DISTINTAS Y MISMA LATITUD

A medida que nos alejamos del Ecuador hacia los polos disminuye el ángulo promedio de inclinación de la radiación solar con la superficie de la Tierra; lo que unido a un mayor recorrido por la atmósfera del rayo solar, da como resultado una disminución gradual de la intensidad de la radiación solar recibida en la superficie. En cambio, la duración del día aumenta en verano y disminuye en invierno. De acuerdo a los movimientos de la tierra y la latitud tenemos:

A. La cantidad de radiación solar en una localidad está en función de: la hora del día, la estación del año, la latitud, la altitud y la calidad de la atmósfera (recorrido, nubosidad y composición).

B. La incidencia máxima total anual se encuentra en los lugares de cielo despejado y con latitud aproximada a los 15° norte o sur.

C. La incidencia total máxima durante un día se halla en pleno verano en un día despejado alrededor de las latitudes 40° norte o sur.

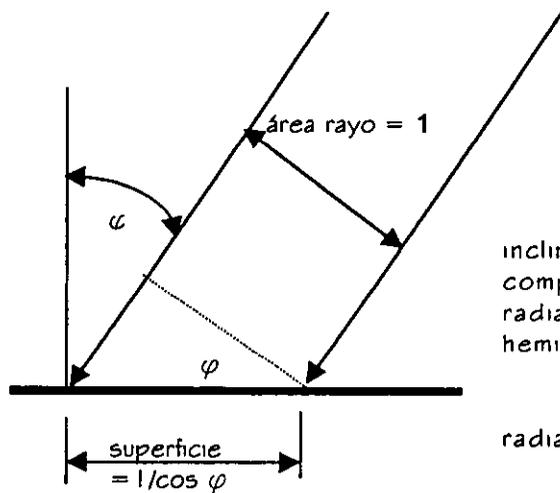
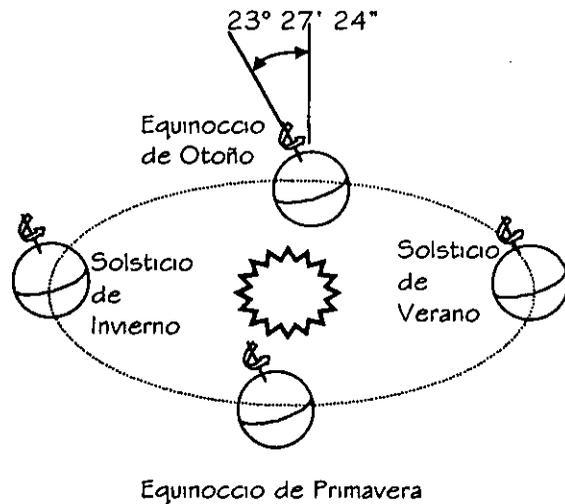
D. A mayor nubosidad menor será la incidencia de la radiación solar en la superficie terrestre.

E. La contaminación significativa en una región (smog, polvo, etc.) puede reducir notablemente la incidencia de la radiación solar.

F. Las variaciones anuales en la temperatura del aire serán mayores sobre grandes áreas de tierra seca y mínimas sobre grandes masas de agua. Las variaciones diarias y estacionales siguen el mismo patrón.

G. En el Solsticio de Verano (22 de Junio) el ángulo de inclinación del eje terrestre es máximo en relación a los rayos solares, al mediodía son perpendiculares al Trópico de Cáncer\* (latitud 23° 27'n). Los periodos de Sol aumentan en el hemisferio Norte y disminuyen en el Sur.

H. En el Solsticio de Invierno (22 de Diciembre) el ángulo de inclinación queda invertido y el Trópico de Capricornio\* (latitud 23° 27's) se beneficia de una radiación perpendicular. Los periodos de sol son mayores en el hemisferio sur.



Intensidad sobre una superficie

I. En los equinoccios de primavera y otoño (21 de marzo y 21 de septiembre) a mediodía, la radiación es perpendicular al Ecuador (latitud 0°) y los días y noches tienen la misma duración.

J. La intensidad de la radiación que llega a los límites de la atmósfera tiene algunas variaciones, pero el valor medio de 1,395 w/m<sup>2</sup> se considera como constante solar. En las zonas ecuatoriales el esquema anual es bastante uniforme, mientras que a latitudes altas hay una punta veraniega pronunciada.

Los registros meteorológicos pueden dar totales horarios o intensidades medias horarias (wh/m<sup>2</sup> o w/m<sup>2</sup>) medidas en un plano horizontal; algunas estaciones registran la radiación total y el componente difuso por separado.

Si no hay datos disponibles de radiación, pero se registran las horas de Sol, se puede estimar la radiación diaria total utilizando la expresión dada por Glover y Mc Cullogh.

- Q = Q<sub>sc</sub> (0.29 x cos φ + 0.52 n/M)
- Q = radiación total diaria sobre un plano horizontal (wh/m<sup>2</sup> día)
- Q<sub>sc</sub> = constante solar por día = 9,830 wh/m<sup>2</sup>
- φ = latitud geográfica
- n = horas posibles de Sol por día
- M = horas reales de Sol por día

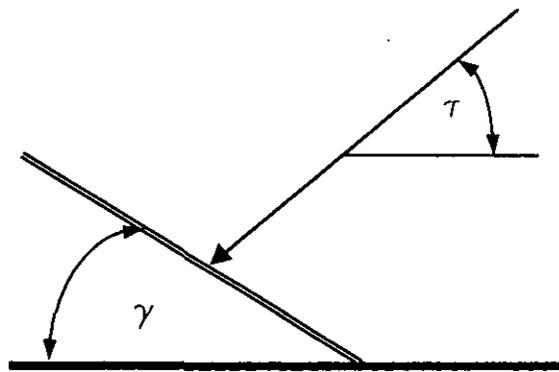
Si hay que calcular la intensidad de la radiación incidente sobre un plano inclinado, hay que medir la radiación total sobre un plano horizontal y separarla en sus componentes directo y difuso. El componente directo se trazará vectorialmente, la radiación difusa incidente sobre un plano inclinado será proporcional a la fracción del hemisferio del cielo al cual esta expuesto el plano.

Se halla la intensidad directa sobre un plano normal a la dirección de la radiación.

$$I_{nr} = \frac{I_{hr}}{\cos(90-\tau)} = \frac{I_{hr}}{\text{sen } \tau}$$

El ángulo de incidencia (β) sobre un plano inclinado en particular puede hallarse a partir de ;

$$\cos \beta = \text{sen } \tau \times \cos \gamma + \cos(w - \alpha) \times \cos \tau \times \text{sen } \gamma$$



- w = orientación del plano (desde el norte)
- τ = ángulo de altitud solar
- γ = inclinación del plano sobre la horizontal
- α = ángulo de acimut solar

La intensidad directa sobre el plano es:

$$I_{pr} = I_{nr} \times \cos \beta$$

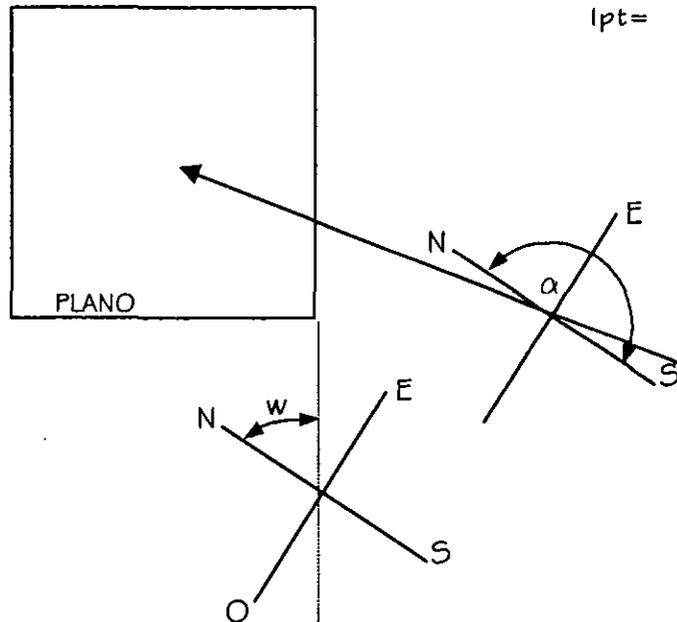
La intensidad difusa sobre el plano es:

$$I_{pf} = \frac{I_{nf} (1 + \cos \gamma)}{2}$$

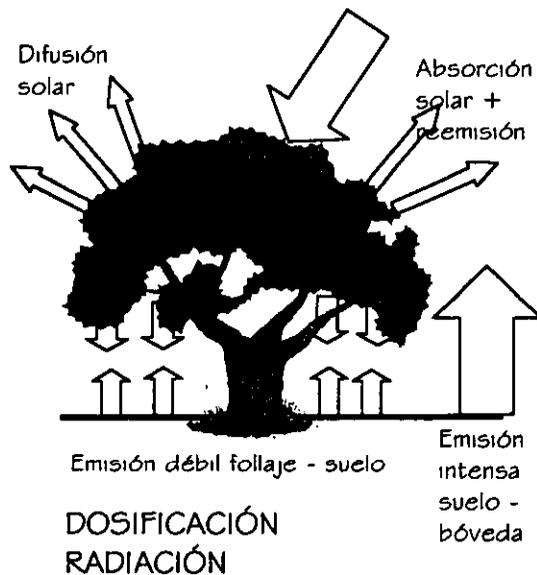
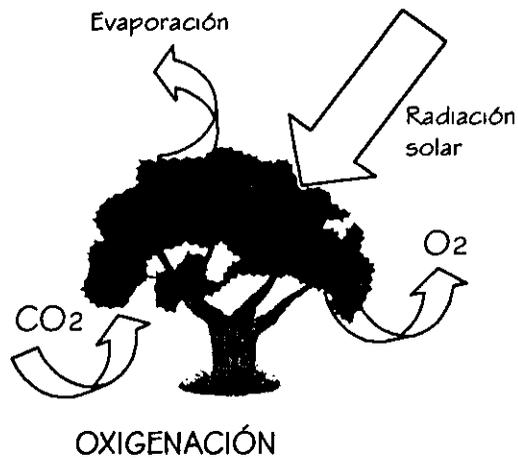
Siendo  $I_{nf}$  = intensidad difusa horizontal

La intensidad total incidente sobre el plano es la suma de las dos componentes:

$$I_{pt} = I_{pr} + I_{pf}$$



# VEGETACIÓN



El papel activo de la vegetación como regulador térmico y depurador del aire depende de su localización, su extensión, resistencia a las inclemencias y contaminantes, su periodo de vegetación, especie y estado. A escala de microclima es posible modificar favorablemente las condiciones físicas mediante el uso de vegetación, que tiene las siguientes posibilidades:

1. Oxigenación. Durante el día se establece la función clorofílica, el gas carbónico producido por las actividades urbanas es absorbido en parte y el oxígeno es expulsado. A título indicativo, la producción anual media de oxígeno por  $\text{km}^2$  de bosque o  $2 \text{ km}^2$  de pradera es de 1,000 toneladas.

2. Humedecimiento. La vegetación emite vapor de agua por medio del follaje, debida a la evaporación de las lluvias y rocío y a la transpiración fisiológica del vegetal. Una hectárea de bosque puede producir evapotranspiración por cerca de 5,000 toneladas de agua por año.

3. Regulación térmica. Las variaciones de la temperatura son menores cuando existe una zona de vegetación, debido a su bajo albedo y a la humedad que producen.

4. Dosificación de las radiaciones de onda corta. Los efectos de reverberaciones o deslumbramientos debido a las sombras y al Sol pueden quedar muy atenuados por una luz difusa proporcionada por la presencia de una cubierta vegetal.

5. Dosificación de las radiaciones de onda larga. Las radiaciones absorbidas por el suelo y las fachadas quedan disminuidas al filtrarse la radiación directa. Por esto el calentamiento de las superficies se reduce y las variaciones de la temperatura quedan amortiguadas.

6. Fijación de las motas de polvo. El fenómeno de abrigo asociado al poder adhesivo debido a la presencia de materias aceitosas en suspensión o al fenómeno electrostático, puede explicar esta capacidad para fijar motas de polvo.

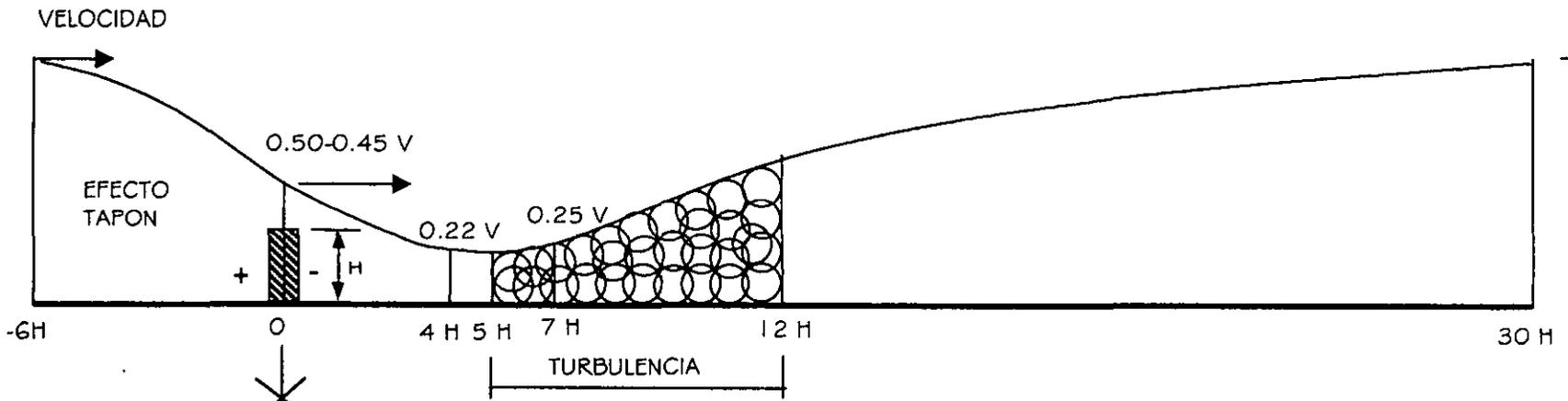
7. Protección de los vientos. La masa foliar de la vegetación presenta una rugosidad respecto a los movimientos del aire, y una parte del flujo incidente

penetra en el interior del follaje, resultando filtrado y amortiguado, con lo que disminuyen sensiblemente las velocidades y los fenómenos de remolino. La eficacia del efecto de abrigo depende de la porosidad efectiva del follaje, que puede variar según las estaciones y las especies elegidas, por ejemplo las agujas de los pinos se pegan unas a otras y forman una pantalla más densa.

8. Conservación del suelo Contra la erosión aumentando la fertilidad agrícola.

9. Acumulación del agua. El bosque actúa como una esponja ayudando a la regulación del sistema hidrológico.

## ENSAYOS EN TUNEL DE VIENTO



VELOCIDAD DEL VIENTO EN RELACIÓN A LA ALTURA DE LOS OBSTACULOS  
RELACIONES CONSTANTES INDEPENDIENTES DE LA ALTURA DE LA BARRERA (REVISTA "AR" MADRID, 1963)

## CONFORT

Tan simple como puede parecer el concepto de abrigo y su lógica, hoy en día el confort se ha apartado del simple objeto de control bioclimático. El bienestar ha quedado reducido a un problema de temperatura ambiente, y a lo largo de todo de un siglo se ha elevado el nivel del mismo; desde los 16°C que se toleraban en una casa a fines del siglo XIX hasta la exigencia de 22°C en el total de la vivienda, aun cuando solo se frecuenten algunas habitaciones y paradójicamente se duerma muy mal a esa temperatura. En cuestión de confort se habla inconscientemente más del nivel psicológico que del fisiológico, además, al convertirse en un producto de consumo, el bienestar térmico de la vivienda es objeto de especulaciones, de truco publicitario, donde malgastar calorías es signo de buena posición social.

En términos psicrométricos de temperatura y humedad ambiental existen parejas de valores "temperatura - humedad relativa", que para la mayoría de la gente resultan adecuadas para el desarrollo de sus actividades. La sensación de bienestar higrotérmico, aunque depende de múltiples factores como: edad, sexo, vestimenta, peso, estado de salud, nivel de aclimatación, etc., generalmente se produce bajo determinados valores conjuntos de temperatura y humedad relativa.

Numerosos investigadores han realizado estudios al respecto, obteniendo diversas gráficas y diagramas donde se limitan las condiciones higrotérmicas del confort térmico; tales son los casos del método Givoni (Israel), el método Olgyay (EUA) y el método Vogt y Miller-Chagas (Francia).

Un concepto sumamente útil derivado de estos estudios, es el de temperatura efectiva. Esta se define como la temperatura de la atmósfera en condiciones de saturación y de calma, que produciría la misma sensación que el aire ambiental circundante en ausencia de radiación. La temperatura efectiva se expresa aproximadamente como:

$$T_e = 0.4 (\text{temperatura ambiente [bulbo seco]} T_s + \text{temperatura de bulbo húmedo } t_h) + 4.8$$

La  $T_e$  (°C), es un índice correcto de la tensión de calor, ya que relaciona adecuadamente las reacciones del cuerpo humano a la variación conjunta de la temperatura y humedad. Más útil aun resulta el concepto de temperatura efectiva

cuando se considera también el efecto de calentamiento por la exposición del cuerpo a la radiación, ya sea solar o proveniente de la atmósfera u otros cuerpos calientes adyacentes. A ésta última se le llama Temperatura Efectiva Corregida.

Como la determinación de la temperatura efectiva corregida requiere de un termómetro de esfera (intercambio radiactivo), si no se dispone de éste y las temperaturas del cuerpo y las superficies adyacentes son iguales a la del aire ambiente, la temperatura efectiva corregida puede considerarse la misma que la del aire (temperatura de bulbo seco); sin embargo si existe radiación incidente debe agregarse  $1^{\circ}\text{C}$  por cada  $90\text{ w/m}^2$  de radiación solar o terrestre.

La base fisiológica del confort consiste en lograr el equilibrio térmico con el mismo aporte de termoregulación, que consiste, en el conjunto de funciones que regulan la producción y el transporte de calor en función de las condiciones termodinámicas del medio ambiente, de tal manera que la temperatura corporal permanezca constantemente en  $37^{\circ}\text{C}$ .

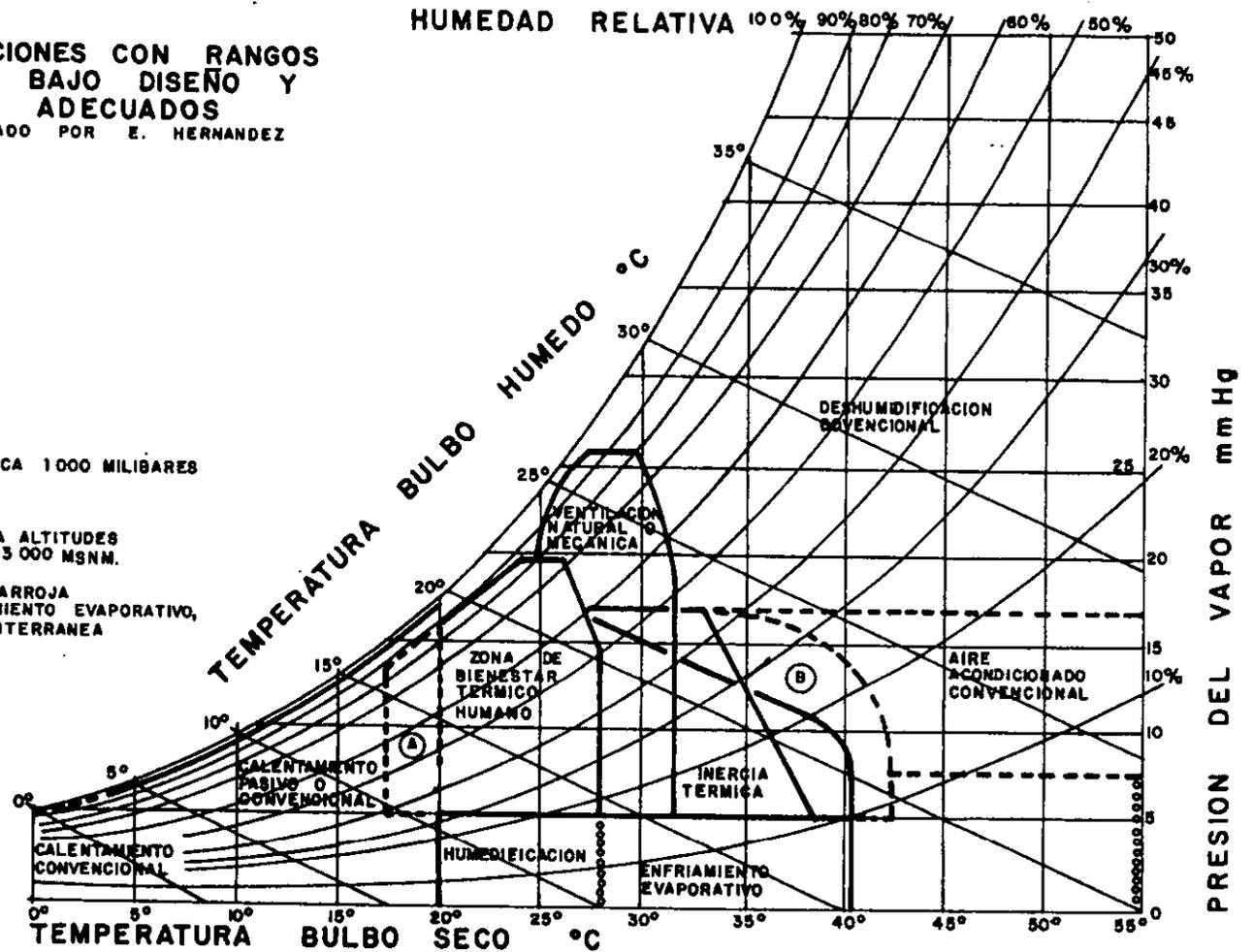
# CONTROL BIOCLIMATICO

EN EDIFICACIONES CON RANGOS  
PERMISIBLES BAJO DISEÑO Y  
MATERIALES ADECUADOS  
DE GIVONI ADAPTADO POR E. HERNANDEZ

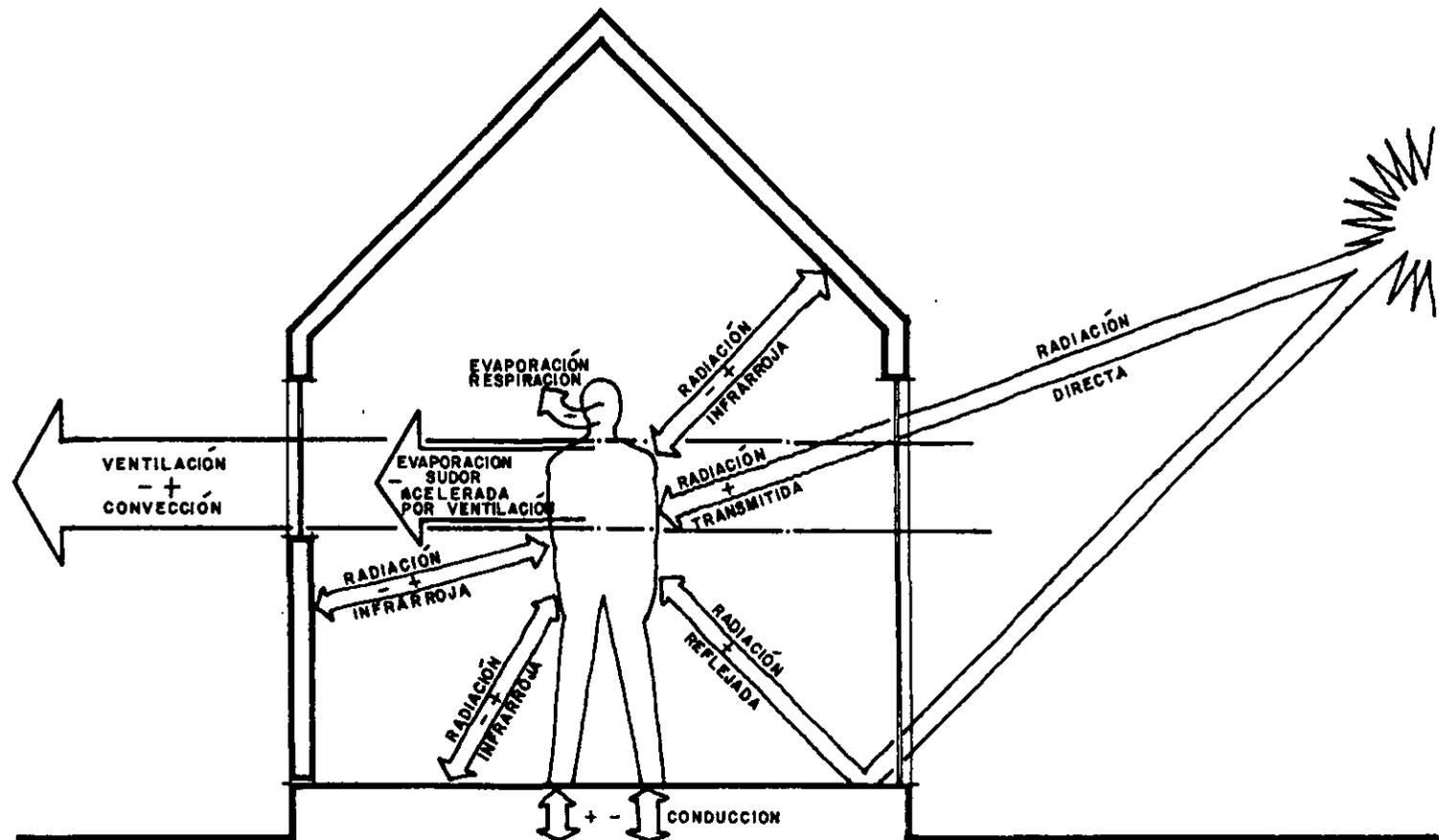
PRESION BAROMETRICA 1000 MILIBARES

A. EXTENSION PARA ALTITUDES  
ENTRE 2 300 A 3 000 MSNM.

B. RADIACION INFRARROJA  
NOCTURNA, ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO,  
CONSTRUCCION SUBTERRANEA



# ESQUEMA INTERCAMBIO TÉRMICO



# CALOR

"Lo dulce es convencional, lo mismo que lo amargo, el calor es convencional, el frío es convencional, el color es convencional; en realidad sólo existen átomos y espacio" Democrito de Abdera (460-370 a. C.).

Todos tenemos un concepto primario de lo que está caliente y frío por medio de nuestro sentido del tacto. Aunque este sentido es impreciso, varios sujetos ordenarían de manera similar una serie de cuerpos según la sensación de calor que reciben al tocarlos. Pero para hacer una apreciación absoluta hay que situar al cuerpo dentro de una escala que midiese la cantidad de calor; al hacerlo hablamos de temperatura como forma de medir el calor, utilizando esta palabra para referirnos a una medida numérica absoluta de esta propiedad.

Sabemos que en general un aumento de temperatura de un cuerpo aislado está asociado con un aumento de su energía interna. Los átomos y moléculas que lo componen se mueven, giran y oscilan de forma más energética a medida que aumenta la temperatura. La termodinámica es la parte de la física que se ocupa del estudio de los procesos que tienen lugar en los sistemas a causa de las interacciones con otros, en forma de intercambio calorífico o de variación de temperatura. Sus tres leyes fundamentales son las siguientes:

1ra Ley. La energía no se crea ni se destruye: al desaparecer una forma de energía, siempre aparece otra en cantidad equivalente.

2da Ley El calor no se transmite de forma espontánea de un cuerpo a otro, el intercambio térmico se realiza del cuerpo más caliente al más frío.

3ra Ley Cuando se ponen en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, se produce una transferencia de calor hasta que se alcanza un estado de equilibrio.

Los cuerpos tienden a tener diferentes temperaturas, de acuerdo a sus características, por lo que intercambian calor entre sí. Esta transmisión de calor se da en tres formas básicas:

1. Radiación. Es el desplazamiento de energía en forma de ondas electromagnéticas (la radiación térmica esta comprendida entre 0.0001 y 1 mm).

2 Conducción. Desplazamiento de energía en forma de ondas, pero en el interior de un mismo material o de un cuerpo a otro en contacto. Este desplazamiento se efectúa en un tiempo que depende de la conductibilidad térmica del cuerpo.

3 Convección. Es el movimiento de calor a través de un fluido o dentro del mismo, ya sea líquido o gaseoso, debido a la gravedad y al calentamiento diferencial.

A estas formas de intercambio térmico se asocian tres tipos de calor, que son los siguientes:

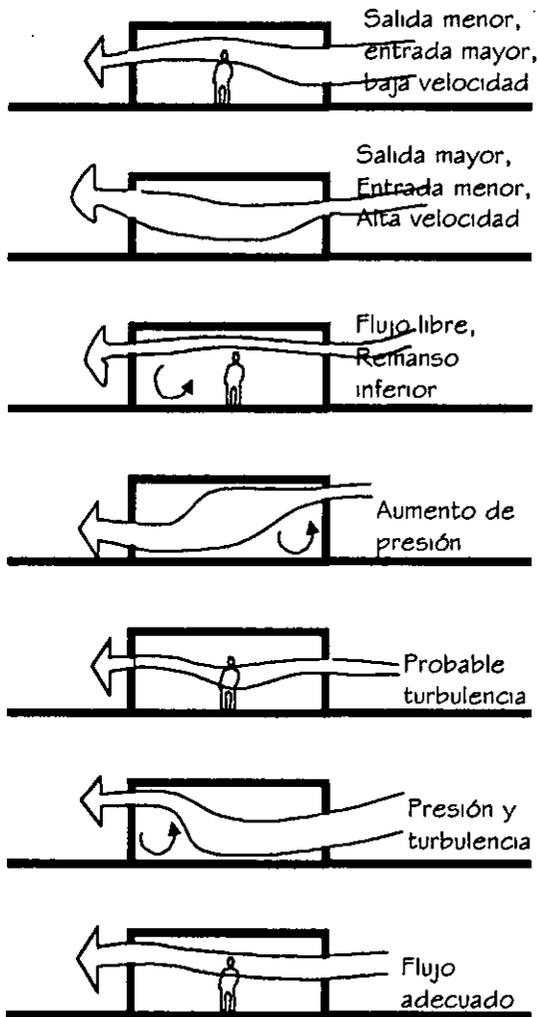
1. Calor Sensible. Es la cantidad de calorías necesarias para la elevación de la temperatura de un cuerpo sin modificar su estado físico; es también la forma de calor que evocamos al hablar de temperatura ambiente. Este calor es producido por una excitación molecular que se transmite en el interior de un cuerpo, ya sea por conducción o convección, según la naturaleza del mismo.

2 Calor por Radiación. Es la cantidad de calorías que transporta una radiación de cierta longitud de onda, transmitida por un material emisor a un material receptor. Este calor corresponde a la elevación de la temperatura del cuerpo sometido a la radiación en el momento en que la absorbe este cuerpo y su materia es excitada.

3. Calor Latente. Es la energía térmica empleada íntegramente en el cambio de estado físico de un cuerpo; esta energía está en tránsito en la materia y es restituida si el cambio de estado se invierte; es el caso del agua al evaporarse o condensarse.

El bioclimatismo implica no sólo una concepción o utilización de las aportaciones solares, sino también una utilización racional y óptima de los diferentes tipos de intercambio térmico de una vivienda con el exterior y una dosificación de las diferentes clases de calor que influyen en la sensación de bienestar.

# VENTILACIÓN



El movimiento del aire tiene el doble efecto de activar la renovación del aire en los espacios cerrados y de modificar el proceso de convección térmica. En muchas zonas el viento es una condición climática tan prevaleciente y exactamente determinada, que se puede aplicar en microzonas, con la salvedad natural de los obstáculos que esta presenta (relieve, árboles, edificios, etc.).

Existen tres razones por lo menos para ventilar los locales habitados:

1. Higiene. Sustitución del aire viciado y la eliminación de humos y olores.
2. Confort térmico. La evacuación del aire caliente y la circulación del aire para acelerar el intercambio convectivo.
3. Enfriamiento de las estructuras. Mediante el aire aprovechando la diferencias de temperatura.

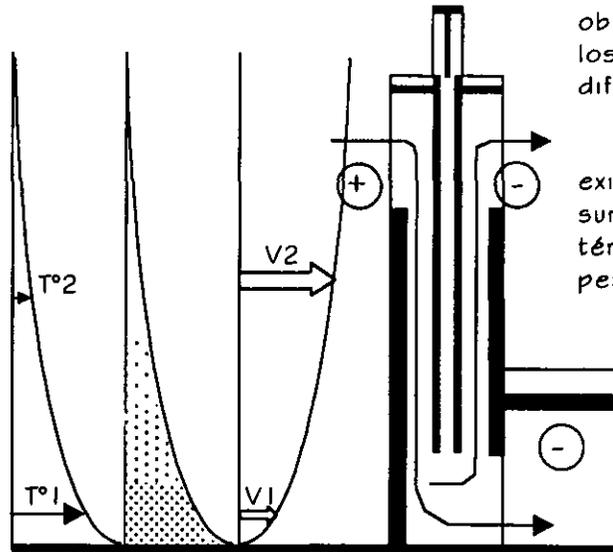
La ventilación se puede provocar explotando las diferencias de temperatura y de presión entre dos puntos del edificio o utilizando el viento y los campos de presión que se establecen en torno al edificio. Estas diferencias pueden establecerse en el sitio bajo el efecto de la radiación solar (Sol - sombra). El aire caliente al ser más ligero tiende a elevarse, creando una pequeña depresión en el suelo.

Cuando el viento sopla, las partes del edificio directamente expuestas son sometidas a una superpresión, mientras que las opuestas son sometidas a una depresión, la diferencia de presión depende de la velocidad del aire (las fórmulas la expresan como proporcional al cuadrado de la velocidad media del viento), y siempre es suficiente para generar una ventilación por pocas aberturas que tengan dichas fachadas.

Pueden tomarse diversos ejemplos para ilustrar lo que sucede cuando se tiene en cuenta el viento en el momento de la construcción de las casas y de las ciudades. Citemos en primer lugar ciertas ciudades africanas a orillas del

Mediterráneo con calles abiertas al mar, de donde llegan las corrientes frías (efecto de brisa) y que dan la espalda a los vientos calientes cargados de polvo del desierto.

Otro caso es el de los colectores de viento; retirados del nivel del suelo captan aire más fresco y desprovisto de polvo, además las velocidades del aire son mayores en la altitud, porque los movimientos dependen menos de eventuales obstáculos debidos al relieve. En caso de monoexposición de viviendas, el saliente de los elementos de fachada sirve para crear artificialmente zonas de presiones diferentes, favoreciendo una mejor ventilación interior.



Temperatura Polvo Viento  
COLECTOR DE VIENTO

El suministro de aire fresco se especifica en términos volumétricos y las exigencias son relativamente reducidas. Para eliminar CO<sup>2</sup> y otros contaminantes y suministrar oxígeno, las exigencias de cambio de aire pueden especificarse en términos de m<sup>3</sup>/h/persona, dependiendo del volumen de aire del local disponible por persona.

| Volumen aire m <sup>3</sup> /prs |         | Régimen intercambio m <sup>3</sup> /h/prs |
|----------------------------------|---------|---|
| 0.28                             | a 8.40  | 28  |
| 8.40                             | a 11.20 | 20  |
| 11.20                            | a 14.00 | 16  |
| mas de 14.00                     |         | 12  |

Si el número de ocupantes es desconocido, las exigencias se establecen en número de cambios por hora, esto varia entre 1 y 3 para habitaciones normales, pero llega la caso de 10 en cocina comerciales.

Para una rápida estimación puede hallarse el flujo de calor debido a la ventilación, tomando el calor específico volumétrico del aire como 0.36 wh/m<sup>3</sup>°C (1,300 j /m<sup>3</sup>°C) siendo por lo tanto:

$$Q_v = 0.36 \cdot V \cdot N \cdot \Delta t$$

$Q_v$  = régimen de flujo del calor por ventilación (w)  
 $V$  = volumen del espacio (m<sup>3</sup>)  
 $N$  = número de cambios de aire por hora  
 $\Delta t$  = diferencia de temperatura (°C)

El producto "V" por "N" es naturalmente el régimen de ventilación en m<sup>3</sup>/h.

Esta expresión se emplea para establecer las exigencias de calefacción en función de la ventilación (el régimen de pérdida de calor por ventilación) en invierno, y el efecto de refrigeración por ventilación en condiciones de sobrecalentamiento. Esto último es importante en climas moderados, donde la radiación solar puede provocar sobrecalentamiento en los edificios, cuando de hecho la temperatura en el exterior no supera el límite de comodidad. Por ejemplo, si una ventana de 4.00 m<sup>2</sup> admite una radiación solar a un régimen de 400 w/m<sup>2</sup>, la ganancia solar es de

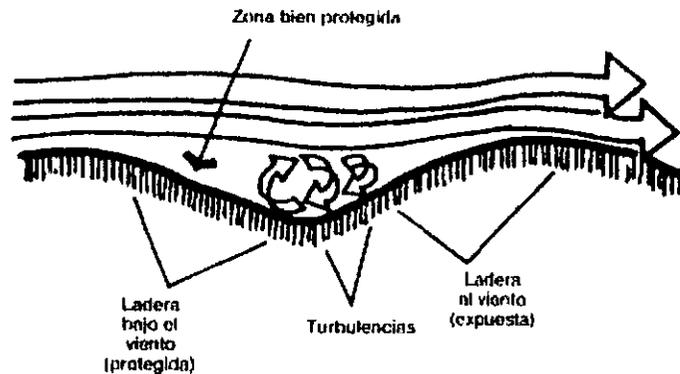
$$Q_s = 0.400 \times 4 = 1,600 \text{ w}$$

Si la temperatura en el interior se puede permitir que aumente hasta 25°C cuando en el exterior esta a 18° C, ( $\Delta t = 7^\circ\text{C}$ ) y queremos extraer esta ganancia solar mediante ventilación, en este caso  $Q_v = Q_s$

$$1,600 = 0.36 \cdot V \cdot N \cdot 7$$

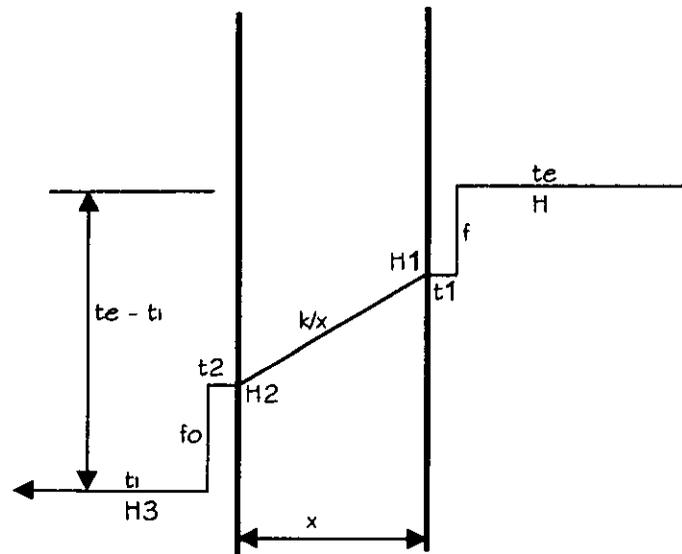
$$V \cdot N = 1600/0.36 \times 7 = 635 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ si la habitación tiene } 50 \text{ m}^3$$

necesitamos  $635/50 = 12.7$  cambios de aire por hora



Los materiales que constituyen la envolvente de la vivienda tienen un papel decisivo en los intercambios térmicos con el medio ambiente. Pueden establecerse dos hipótesis fundamentales para esta interrelación:

1. Régimen permanente: En principio se suponen constantes las condiciones exteriores y la temperatura interior. Las características que se tienen en cuenta son; la conductibilidad térmica\* de los materiales, la resistencia\* y la conductancia térmica \*. Sin embargo esta hipótesis se muestra insuficiente, por las variaciones diarias de las condiciones climáticas. Para este régimen se establece las siguientes fórmulas:



TRANSMISIÓN DE CALOR POR UN MURO

## Conductividad térmica

$$Q_c = A \cdot k/T \cdot \Delta t$$

$Q_c$  = cantidad de calor transmitida por conducción cal/seg

$A$  = superficie en  $cm^2$

$K$  = coeficiente de conductividad térmica, Kcal/M/H/°C

$T$  = espesor en cm

$\Delta t$  = diferencia de temperaturas,  $(t_e - t_i)$  en °C

## Coefficiente de transmisión (U)

$$U = \frac{1}{1/f_i + 1/f_o + 1/c + x_1/k_1 + x_2/k_2 + x_3/k_3 + \dots}$$

$f_o$  y  $f_i$  = coeficientes de transmisión superficial

$c$  = coeficiente de transmisión de la cámara de aire

$x_n$  = espesor de cada material

$k_n$  = coeficiente de conductibilidad de cada material

Resistencia total  $R_t = 1/U$

Cantidad de calor por hora  $H = Au (t_i - t_o)$

2. Régimen variable. Considera que los valores de los parámetros climáticos activos varían durante el día según una senoide. En este caso, la conducción no es el único medio de transmisión térmica, sino hay que considerar también la radiación en el momento de la penetración solar directa en la vivienda. Esta hipótesis se halla más cercana de la realidad; se consideran las características de los materiales que actúan como la capacidad calorífica y la inercia térmica. Su efecto consiste en minimizar las variaciones térmicas exteriores. La capacidad calorífica se puede estimar a partir del calor específico de los materiales y de su masa:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

Q = capacidad calorífica (cal)

c = calor específico (cal/gr.°C)

m = masa del material (gr)

$\Delta t$  = oscilación térmica (°C)

A partir de estos factores, F. M. Cadmia ha realizado un método de cálculo bastante simple, gracias al cual, tenemos una idea aproximada de la magnitud de los fenómenos que se producen en el interior de las paredes homogéneas de un edificio.

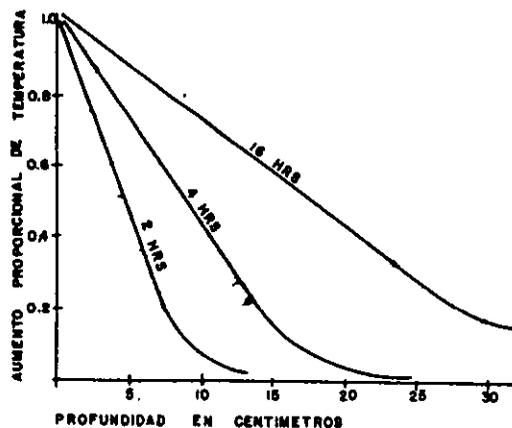
El primer factor intrínseco de una pared, es la constante de tiempo relativa, que carece de dimensión, porque representa el cociente de dos tiempos: el tiempo de respuesta de la pared y la duración del periodo de la onda térmica. Es fácil entender que si el tiempo de respuesta de la pared es mayor que el periodo de la onda de calor, significa que la pared ofrecerá un desfase y una amortiguación importantes, es decir, presentará una inercia térmica.

Para el cálculo de la repuesta intrínseca, la constante de tiempo relativa, el desfase y el aporte pueden ser calculados a partir de las siguientes fórmulas:

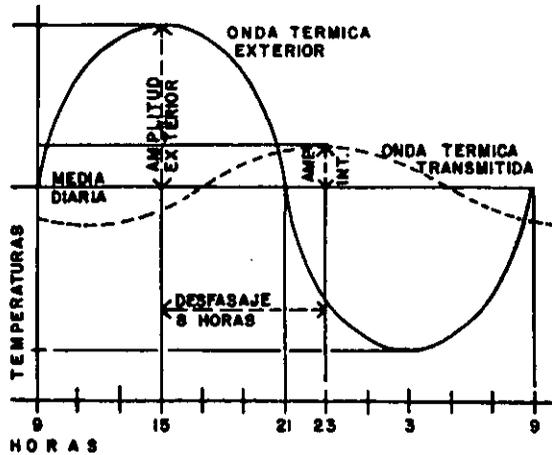
$$\text{Constante de tiempo relativa} = \frac{\text{Resistencia} \times \text{capacidad}}{\text{Periodo de la onda}}$$

$$\text{Resistencia} = R = e / \lambda$$

$$\text{Capacidad de superficie} = \gamma \cdot e$$



**DIFUSION DE CALOR EN MUROS DE LADRILLO**



$e$  = espesor de la pared (m)

$\lambda$  = conductividad térmica (wh/m<sup>3</sup>°C)

$\gamma$  = calor de la masa (wh/m<sup>3</sup>C)

Constante de tiempo =  $e / \lambda \cdot \gamma e = e^2 \gamma / \lambda$

Constante de tiempo relativa =  $CT = e^2 \gamma / 24\lambda$

Desfasaje:  $\varphi = \sqrt{1.772 CT}$  (en radianes)

$\varphi = \sqrt{1.772 CT (24/2\pi)}$ , (en horas)

Aporte:  $\psi = 2 \exp(-\sqrt{\pi CT})$ , representa una fracción de la amplitud de la onda térmica exterior.

Estas fórmulas sólo son válidas para paredes homogéneas y valores de constante de tiempo superiores a 1.

A continuación indicamos el coeficiente de conductividad térmica (k) y densidad de los materiales de construcción de uso más frecuente.

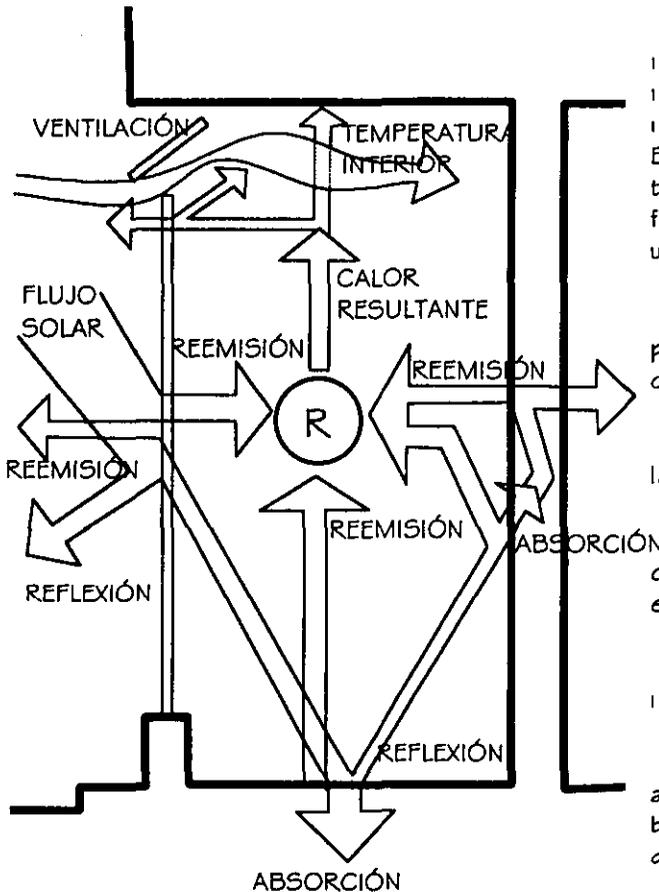
| MATERIAL  | k<br>Kcal/m <sup>2</sup> H°C | DENSIDAD<br>Kg/m <sup>3</sup> |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Piedras naturales porosas (areniscas y calizas) | 2.00                         | 1,600                         |
| Arena y canto rodado natural muy húmedo         | 1.20                         | 1,800                         |
| Suelo arcilloso natural muy húmedo              | 1.80                         | 1,700                         |
| Arena seca la aire                              | 0.28                         | 1,300                         |
| Canto rodado seco al aire                       | 0.70                         | 1,500                         |
| Concreto de canto rodado y piedra               | 1.30                         | 2,200                         |
| Concreto de cascote de ladrillo                 | 0.65                         | 1,600                         |
| Concreto y mortero de vermiculita               | 0.10                         | 300                           |
| Vermiculita suelta                              | 0.07                         | 150                           |
| Baldosas de cemento comprimido (mosaicos)       | 1.30                         | 2,000                         |
| Azulejos cerámicos                              | 0.90                         | 2,400                         |

| MATERIAL                                     | k<br>Kcal/m <sup>2</sup> H°C | DENSIDAD<br>Kg/m <sup>3</sup> |
|--|------------------------------|-------------------------------|
| Madera natural con humedad del 15 %          | 0.10                         | 350-450                       |
| Paneles de fibra de madera comprimida        | 0.18                         | 850 a<br>1,000                |
| Paneles de corcho expandido y aglomerado     | 0.037                        | 100-150                       |
| Fieltros saturados con asfalto               | 0.16                         | 1,100                         |
| Fibras minerales y aislantes                 | 0.035                        | 30-200                        |
| Vidrio                                       | 1.00                         | 2,700                         |
| Acero  | 10/45                        | 7,780                         |
| Hierro                                       | 40/50                        | 7,870                         |
| Aluminio                                     | 178                          | 2,700                         |
| Cobre  | 320                          | 8,930                         |
| Zinc   | 95                           | 7,130                         |
| Mamposterías de ladrillos comunes exteriores | 0.75                         | 1,600                         |
| Mamposterías de ladrillos silico calcáreos   | 0.90                         | 1,800                         |
| Mamposterías de ladrillos huecos             | 0.40                         | 1,000                         |
|  | 0.45                         | 1,200                         |
|  | 0.52                         | 1,400                         |
| Mampostería bloques hormigón de dos cámaras  | 0.38                         | 1,000                         |
|  | 0.42                         | 1,200                         |
|  | 0.48                         | 1,400                         |
| Mampostería bloques hormigón de tres cámaras | 0.42                         | 1,400                         |
|  | 0.48                         | 1,600                         |
| Mampostería bloques hormigón liviano         | 0.30                         | 600                           |
| Mampostería bloques hormigón liviano         | 0.60                         | 1,200                         |
| Placas hormigón/viruta, madera aglomerada    | 0.10                         | 350                           |
|  | 0.24                         | 650                           |
|  | 0.48                         | 1,000                         |
| Placas yeso poroso o con agregado liviano    | 0.25                         | 600                           |
|  | 0.35                         | 900                           |
| Placas de yeso                               | 0.40                         | 1,000                         |
|  | 0.45                         | 1,200                         |
| Bloques o placas de hormigón liviano         | 0.12                         | 400                           |
|  | 0.20                         | 600                           |
|  | 0.30                         | 1,000                         |
|  | 0.65                         | 1,600                         |

| MATERIAL  | k<br>Kcal/m <sup>2</sup> H°C | DENSIDAD<br>Kg/m <sup>3</sup> |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Bloques o placas de hormigón liviano  | 0.80                         | 1,800                         |
| Asbesto cemento   | 0.55                         | 1,600                         |
| Morteros de cal o de cal y cemento  | 0.75                         | 1,900                         |
| cemento   | 1.20                         | 2,100                         |
| yeso puro o mixto   | 0.60                         | 1,000                         |
| para revoques o juntas que pueden<br>humedecerse por condensación y otra causa              | 1.00                         | 1,900                         |
| Piedra naturales compactas (granito, mármol)  | 1.00                         |                               |
| <b>PANTALLAS SIMPLES CON MATERIALES SECOS</b>   |                              |                               |
|   | GRUESO mm                    | Kcal/Hm <sup>2</sup> °C       |
| Lámina ondulada galvanizada   |                              | 7.00                          |
| Lámina de hierro  | 10-15                        | 6.00                          |
| Vidrio blanco   | 3-4                          | 6.00                          |
| Elementos de vidrio   | 15                           | 5.00                          |
| Asbesto cemento   | 3                            | 4.40                          |
| Mármol blanco   | 30                           | 4.25                          |
| Granito   | 100                          | 3.95                          |
| Asbesto cemento   | 5                            | 3.90                          |
| Doble vidrio común blanco cámara de aire de   | 20                           | 3.80                          |
| Vidrio blanco con celosía exterior  | 3                            | 3.00                          |
| Ventana doble vidrios blancos cámara de aire  | 50                           | 3.00                          |
| Madera  | 25.4                         | 2.90                          |
| Cubierta de elementos de vidrio   | 20                           | 2.80                          |
| Puerta de doble lamina de acero   |                              | 2.70                          |
| Madera  | 50.8                         | 2.30                          |
| Ventana triple con vidrios blancos  | 3                            | 2.00                          |
| Prismáticos (bloques vidrio con cámara de aire)   |                              | 1.80                          |
| <b>PANTALLAS SIMPLES CON MATERIALES SECOS</b>   |                              |                               |
|   | GRUESO mm                    | Kcal/Hm <sup>2</sup> °C       |
| Multypanel (laminas metálicas con núcleo de espuma de poliuretano)                          | 175                          | 0.22                          |
|   | 106                          | 0.30                          |
|   | 63                           | 0.86                          |
| Laminado plástico 1.5 mm, madera terciada 4 mm,<br>estructura hexagonal nido de abeja 40 mm | 51                           | 1.07                          |

| PANTALLAS COMPUESTA CON MATERIALES PESADOS Y HUMEDOS | GRUESO cm | Kcal/Hm <sup>2</sup> °C |
|--|-----------|-------------------------|
| Enladrillado   | 2.00      |                         |
| Impermeabilización                                   | 1.00      |                         |
| Corcho u otro aislante                               | 5.00      |                         |
| Bovedilla y losa de concreto                         | 15.0      |                         |
| Revestimiento interior                               | 2.00      | 0.40                    |
| Muro doble pared ladrillo y cámara aire 5 cm         | 13.0      | 1.28                    |
| Tabique de barro                                     | 26.00     | 1.65                    |
|  | 20.00     | 2.10                    |
|  | 13.00     | 2.56                    |
|  | 6.00      | 3.27                    |
| Tabique barro revoque interior y exterior 2 cm       | 13.00     | 2.27                    |
|  | 6.00      | 3.21                    |
| Mampostería de piedra                                | 30.00     | 2.20                    |
| Concreto armado                                      | 35.00     | 2.51                    |
|  | 30.00     | 2.55                    |
|  | 20.00     | 3.00                    |
|  | 15.00     | 3.27                    |
|  | 10.00     | 3.80                    |
|  | 5.00      | 3.90                    |
| Placa de hormigón interior y exterior                | 4.00      |                         |
| Núcleo de yeso celular o vermiculita - corcho        | 1.00      | 0.50                    |
| Tabique de barro interior y exterior                 | 6.00      |                         |
| Relleno de corcho                                    | 11.00     | 0.55                    |

# VENTANA



Es un elemento arquitectónico muy empleado en la actualidad, por la influencia de tres factores; la arquitectura "internacional" con sus muros - cortina, la idea de abrir la vivienda hacia la naturaleza (aunque en un medio urbano sea inadecuado) y el desarrollo de técnicas para la producción de nuevos tipos de vidrio. El intercambio térmico a través de una ventana (pérdida - ganancia), puede variar totalmente el régimen térmico de la vivienda, ya que la ventana bajo la radiación solar funciona como un colector, por lo que es importante estudiar con detenimiento su ubicación, material y dimensiones.

El balance térmico de una ventana depende básicamente de la penetración solar y los materiales empleados en la vivienda. para una latitud dada, la cantidad de energía que penetra por una ventana depende de:

1. La orientación. Determina la exposición de la ventana, así como la distribución diurna y anual de la energía incidente.
2. Medio ambiente. Define la duración real del asoleamiento, considerando las oclusiones producidas por edificaciones, vegetación y topografía, y el albedo de las superficies cercanas.
3. Tipo de cristal. Influye en la cantidad de energía transmitida al interior a través de la proporción de la radiación incidente.
4. Dispositivos de apantallamiento. Limitan la penetración solar de acuerdo a las necesidades preestablecidas, usando elementos como dinteles, balcones, parasoles, persianas, etc. Su eficacia se mide por el factor de protección, que es la relación de la energía transmitida y de la energía incidente.

Una vez determinada la penetración solar, es decir, la cantidad de energía que atraviesa la ventana en forma de radiación de onda corta, el balance térmico se establece en función de las características de las paredes situadas en el interior de la vivienda en la parte posterior de la ventana. Este balance se traduce en un calentamiento mas o menos importante según la naturaleza de los obstáculos que encuentra el flujo radiante: opacidad, color, capacidad calorífica y resistencia térmica;

siendo los dos últimos las características más importantes a tomar en cuenta. ya que el calentamiento será más importante en cuanto las paredes posean una gran resistencia térmica e inversamente, mínimas cuando tengan una gran capacidad calorífica.

Otro factor importante a considerar es la pérdida térmica ocasionada por la poca resistencia térmica del vidrio (sencillo o doble), que puede solucionarse con una protección térmica como contraventanas y persianas.

En conclusión, la ventana constituye el colector más sencillo y eficaz, a condición de que esté asociada a una fuerte inercia interna del local adyacente y disponga de sistemas de protección, en caso necesario.

La cantidad de calor aportada por una ventana es la suma de la radiación solar transmitida y el calor por intercambio con el exterior.

$$Q_t = Q_s \pm Q_c$$

$$Q_s = I \cdot A \cdot \tau \quad (w)$$

I = intensidad de la radiación

A = área de la ventana (m<sup>2</sup>)

$\tau$  = factor de ganancia solar

El factor de ganancia solar incluye el coeficiente de transmisión mas una proporción experimentalmente determinada del coeficiente de absorción, correspondiente a la proporción de calor absorbida por el cristal que subsecuentemente será emitida hacia dentro.

$$Q_c = A \cdot U \cdot \Delta t$$

U = coeficiente de transmisión (w/m<sup>2</sup>°C)

$\Delta t$  = diferencia de temperaturas ( $t_o - t_i$  ; °C)

# INVERNADERO

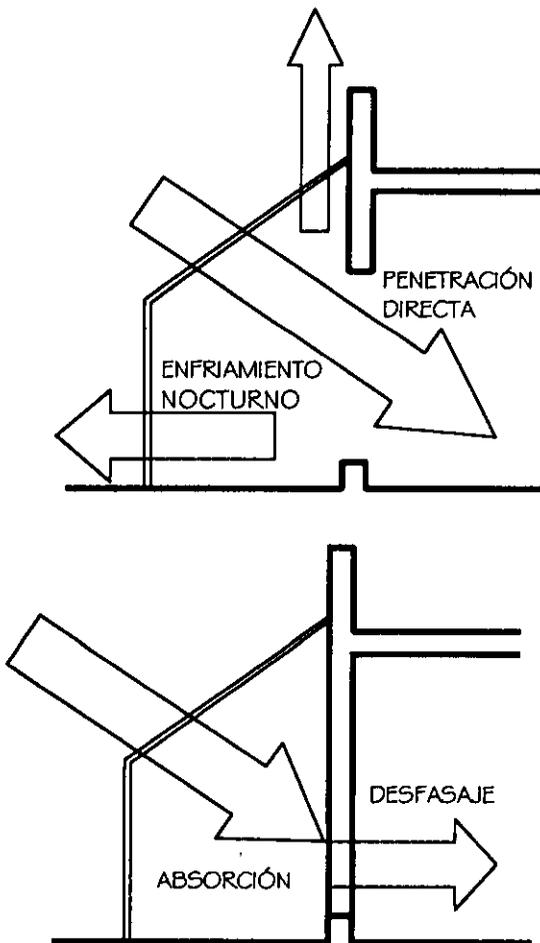
Se ha utilizado desde hace mucho tiempo, sobre todo en agricultura, para mejorar el rendimiento de los cultivos o producir estos en lugares donde sería imposible cultivarlos en un medio integralmente natural. Después se utilizaró en la arquitectura para templar las condiciones diurnas, dominando ciertos espacios exteriores que prolongaban la vivienda (balcones, galerías, terrazas, etc.) durante ciertas horas.

En la actualidad, se utiliza como "espacio tapón" que proporciona calorías de origen solar al resto de la vivienda. Sin embargo, es un sistema que hay que emplear con prudencia, porque su funcionamiento se invierte por un lado durante la noche y por otro de verano a invierno.

Con insolación, el invernadero tiene la función de película transparente selectiva, que deja pasar la radiación solar íntegramente y que intercepta la radiación de gran longitud de onda emitida por las superficies absorbentes. De día el balance térmico permanece positivo gracias a la intensidad de la radiación solar, pero en la noche el balance se vuelve rápidamente negativo y todo el beneficio calorífico del día se pierde y se convierte en déficit.

Un invernadero asociado a la arquitectura sin un sistema de protección, sólo puede llegar a agravar las condiciones del ambiente interior y a producir pérdidas (frío) en el invierno y sobrecalentamiento en verano. Estos medios comprenden esencialmente a los sistemas de ocultación y de protección térmica movibles. La función de estos sistemas es doble:

1. Ocultar el Sol en verano mediante cualquier pantalla opaca exterior al invernadero.
2. Proteger térmicamente contra pérdidas nocturnas, con el uso de una pantalla aislante térmica y reflectora de la radiación infrarroja. La pantalla ideal capaz de realizar ambas funciones podría estar



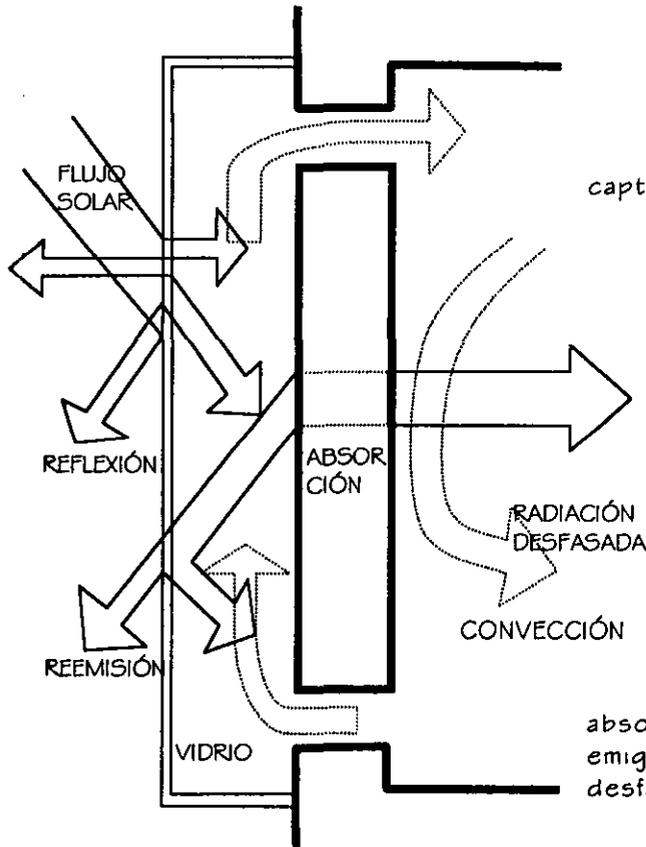
constituida por un aislante térmico revestido por una hoja de aluminio pulido por ambas caras.

Se considera al invernadero como un colector solar y espacio tapón, pero su funcionamiento es más bien como espacio amplificador de las oscilaciones térmicas exteriores.

A toda captación solar debe ir ligado un almacenamiento, o por lo menos un sistema de desfasaje y acumulación por algunas horas. El aire es incapaz de realizar esta función, tanto por su reducido calor de masa, como por su escasa densidad, por lo que el invernadero debe ir acompañado de una masa térmica absorbente, como un suelo o muro pesados.

Como conclusión se puede decir que el invernadero es un sistema complejo, difícil de dominar. Parece que se adapta más a los climas donde domina la radiación difusa y donde la radiación terrestre es menos intensa. En otros climas de radiaciones intensas el invernadero exige estar equipado de protecciones térmicas, e incluso con estas precauciones y con una fuerte inercia térmica de los locales adyacentes, hay que contar con altas variaciones térmicas interiores

## MURO – COLECTOR



Solución de la arquitectura bioclimática, que engloba las funciones de captación, acumulación - desfasaje y restitución del calor radiante del Sol.

Su función de captación está en relación a los siguientes factores:

- A. Latitud, orientación e inclinación.
- B. Configuración del paisaje, oclusiones y albedo
- C. Factor de transmisión de la cubierta (vidrio) que varía con el ángulo de incidencia.
- D. Factor de absorción de la superficie; debe ser el más próximo a 1.
- E. Factor de emisión y pérdidas radiativas; reducirlas mediante el empleo de dispositivos móviles.

Las funciones de almacenamiento y restitución dependen de la energía absorbida por el muro, que calienta su superficie externa y después su masa, emigrando el calor a través del muro por conducción hasta la cara interna con un desfasaje.

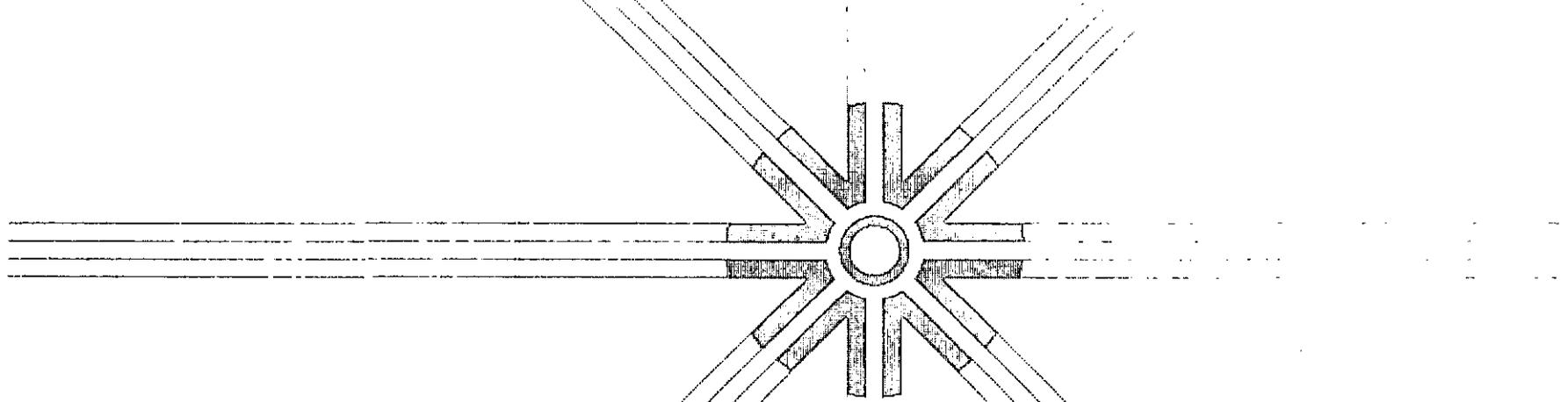
El aporte y el desfasaje se calculan mediante las formulas de F. M. Cadmia, demostrando que cuando más aumenta la capacidad térmica y el espesor, más disminuye la conductividad térmica, siendo mayor el desfasaje y más importante el amortiguamiento. Se recomienda un desfasaje de 6 a 8 horas en climas extremosos.

El muro colector actúa como un desfasador y amortiguador de las variaciones térmicas exteriores y permite que el ambiente interior se beneficie de aportaciones caloríficas en los momentos en que el Sol esté ausente, prolongando en forma eficaz sus efectos.

La capacidad calorífica, que es característica de un muro, puede estimarse a partir del calor específico de los materiales utilizados y de su masa correspondientes.

Desde el punto de vista de funcionamiento térmico, los muros-colectores deben ir asociados a ventanales que les aseguren unas aportaciones inmediatas. La exigencia de masa térmica asociada a la ventana persiste y el resultado se traduce en una arquitectura de paredes portadoras, para lo cual el concreto resulta adecuado. Pueden utilizarse otros materiales como la piedra y la tierra (adobe) que proporcionan rendimientos térmicos superiores a los del hormigón, sobre todo en periodo de calor, gracias a su mayor capacidad calorífica.

MACROCLIMA DE LA REPÚBLICA MEXICANA



## REPÚBLICA MEXICANA

La República Mexicana ofrece por sus características físicas y geográficas, un campo muy interesante para la aplicación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar. La radiación solar recibida es una de las mayores del mundo: fluctúa entre 5,250 kcal/m<sup>2</sup> día en verano a 3,750 kcal/m<sup>2</sup> día en invierno y una insolación de 175 a 300 horas/mes. Además, por la dispersión del 37 % de su población, en más de 95 000 comunidades con menos de 2,500 habitantes, los sistemas de abastecimiento de energéticos y servicios convencionales son inaccesibles prácticamente en la mayoría de los casos. Las únicas fuentes de energía disponibles son la solar, la eólica y la biomasa. Su aprovechamiento mediante dispositivos y sistemas de bajo costo, fácil construcción y mínimo mantenimiento permiten mejorar las condiciones precarias de saneamiento y energía que actualmente se presentan.

Según datos de julio del 2000, la población de la República Mexicana es de aproximadamente 94'000,000 habitantes, México era un país de un elevado crecimiento demográfico. Hasta 1981 la tasa de crecimiento anual de la población era del 3.8 %, una de las más elevadas del mundo: de haber continuado con esta tendencia la población actual sería de 147 millones. El Consejo de Población estimó que se podía haber alcanzado la meta de 104 millones aun con el programa de planificación familiar.

A lo largo de su desarrollo México ha enfrentado una serie de problemas referente a los asentamientos humanos, destacando los siguientes.

- A. Inadecuada distribución de la población.
- B. Localización impropia de los centros de población en relación con los recursos naturales.
- C. Uso inadecuado del suelo.

Los climas que se presentan en la República Mexicana son los siguientes:

## CLIMAS "A" CÁLIDO HÚMEDOS

Con temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, se localiza en el Pacífico desde los 27° latitud norte hacia el sur, desde el nivel del mar hasta 2,000 msnm\* en las Sierras Madres Occidental, del Sur y de Chiapas, en la vertiente del golfo desde el paralelo 23° hacia el sur a lo largo de la llanura costera, declives de la Sierras Madres Oriental y Norte de Chiapas, península de Yucatán, excepto en su extremo norte. En zonas interiores como la depresión central de Chiapas y parte de la depresión del Balsas. Se estima que un 47% aproximadamente del territorio nacional posee este tipo de clima.

Referente a la humedad, en las costas del golfo de México y mar de las Antillas, en donde las aguas cálidas de la corriente del Golfo, aunado a altas temperaturas en verano, favorecen la evaporación que los vientos alisios del noroeste se encargan de transportar a la tierra donde chocan con las montañas, produciendo las precipitaciones más altas del país. Aún los vientos cargados de humedad alcanzan a llegar hasta valles, mesetas y depresiones interiores. En la costa sur del Pacífico, al igual que en la del Golfo, en verano domina una corriente cálida que favorece la evaporación, suministrando la suficiente humedad como para producir abundantes lluvias en las regiones meridionales del país, aunado a las masas marítimas la temperatura del aire en el mar tiene una variación de 1° a 2°C.

Durante el invierno los "Nortes" que se originan por desplazamientos hacia el sur del aire polar, producen abundantes lluvias en las costas de Veracruz y sobretodo en Tabasco y norte de Chiapas. Debido a este efecto, la vertiente del Golfo presenta los únicos climas con lluvias todo el año.

En lo que respecta a temperaturas, se observa que por lo general los valores superiores a 22°C, se localizan en las costas del Golfo y del Pacífico, hasta los 600 msnm (Norte de Sonora), e incluso hasta los 1,200 msnm en los sistemas montañosos al sur del Trópico de Cáncer.

Los valores mayores a 26°C se ubican bordeando las costas de todo el país, siempre por debajo de los 400 msnm, excepto en la depresión del Balsas donde se registran hasta los 600 msnm, provocando serias limitaciones para el desenvolvimiento de las actividades humanas.

Las temperaturas semicálidas de 18°C a 22°C, se registran hacia los 600 msnm en la vertiente del oeste de la Sierra Madre Occidental, por lo general entre 1,200 y 2,000 msnm. Los rangos de 35°C a 45°C se dan en las costas.

En los estados del sur y sudeste, en la costa del Pacífico sur, Istmo de Tehuantepec, llanura tabasqueña y península de Yucatán, la temperatura nunca desciende por debajo de los 10°C, debido a la proximidad con el Ecuador, alta influencia oceánica y fuerte humedad que actúan como reguladores térmicos.

## CLIMAS "B" MUY SECOS

Los muy secos se ubican en la altiplanicie septentrional a altitudes inferiores a los 2,500 msnm, así como en la llanura costera del Pacífico, al norte del paralelo 24° y en casi toda la peninsular de Baja California. Las regiones semisecas son al sur de la altiplanicie meridional bordeando a los muy secos, declives del noroeste de la Sierra Madre Occidental, centro y noroeste de la península de Baja California, norte de la llanura costera del Golfo y zonas aisladas por montañas como la depresión del Balsas, valles de Oaxaca y Tehuacán, así como del norte de Yucatán; considerando un 46% del país con este clima, cuyas limitantes para las actividades humanas son la escasa precipitación y las temperaturas extremosas.

Debido a caracteres geomorfológicos, se tiene por la humedad las siguientes particularidades: en la costa occidental de Baja California las corrientes marinas frías influyen en la estabilidad del aire en verano, manifestando una ausencia total de lluvias, en septiembre y octubre; debido a fuertes diferencias de presión tanto en el Golfo como en el Pacífico, se forman grandes tormentas ciclónicas de este a oeste, luego hacia el norte e incluso hacia el noroeste; durante su recorrido sus efectos no sólo se limitan a las regiones costeras y llanas, sino que las masas de aire húmedo alcanzan a llegar hasta zonas interiores como el centro y norte del país, que de otra manera serían aún más secas.

Las masas continentales absorben e irradian energía más rápidamente que los océanos (mayor inercia térmica); por lo que las temperaturas del aire varían más rápida y acentuadamente ( $15^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$ ), durante el día los valores más elevados se observan en el norte del país debido a su mayor alejamiento del mar. En los principales sistemas montañosos y en el interior del país, las masas polares imprimen sequedad y bajas temperaturas.

Las temperaturas máximas extremas más intensas se registran en la planicie costera del noroeste, desierto de Sonora y centro de la altiplanicie septentrional. En estos lugares los valores térmicos superan los  $45^{\circ}\text{C}$ . Los más bajos, menores de  $25^{\circ}\text{C}$  principalmente se localizan en el eje neovolcánico.

Las temperaturas mínimas extremas se registran en su mayor parte al norte del Trópico de Cáncer y los valores son siempre inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ . Su distribución corresponde a la altiplanicie mexicana, Sierra Madre Occidental, eje neovolcánico y norte de California, inclusive Chihuahua y Coahuila, donde desciende por debajo de los  $10^{\circ}\text{C}$ . En el norte; por la extensión territorial, baja humedad y condiciones subtropicales de alta presión con influencia polar, las temperaturas son muy extremosas, las zonas con oscilación mayor de  $14^{\circ}\text{C}$  se ubican al norte de lo  $26^{\circ}$  latitud norte, abarcando íntegramente los estados de Coahuila, Chihuahua y Sonora, así como porciones del norte de Tamaulipas, Nuevo León y costa oriental de la península de Baja California.

Las áreas extremosas, de  $7^{\circ}\text{C}$  a  $14^{\circ}\text{C}$  de oscilación térmica, se encuentran en una franja abarcando las porciones costeras de Tamaulipas, Veracruz, Sinaloa, sur y occidente de la península de Baja California.

## CLIMAS "C" TEMPLADOS HUMEDOS

Con temperatura del mes más frío entre  $3^{\circ}\text{C}$  y  $18^{\circ}\text{C}$  y la del mes más caliente mayor a  $11^{\circ}\text{C}$ , se ubica básicamente en áreas montañosas y mesetas con altitudes superiores a 2,000 msnm, donde por lo menos la temperatura media de un mes es inferior a  $18^{\circ}\text{C}$ . Al igual que los climas "A", las áreas más lluviosas se localizan en la vertiente del Golfo, debido a la influencia geográfica y ciclónica.

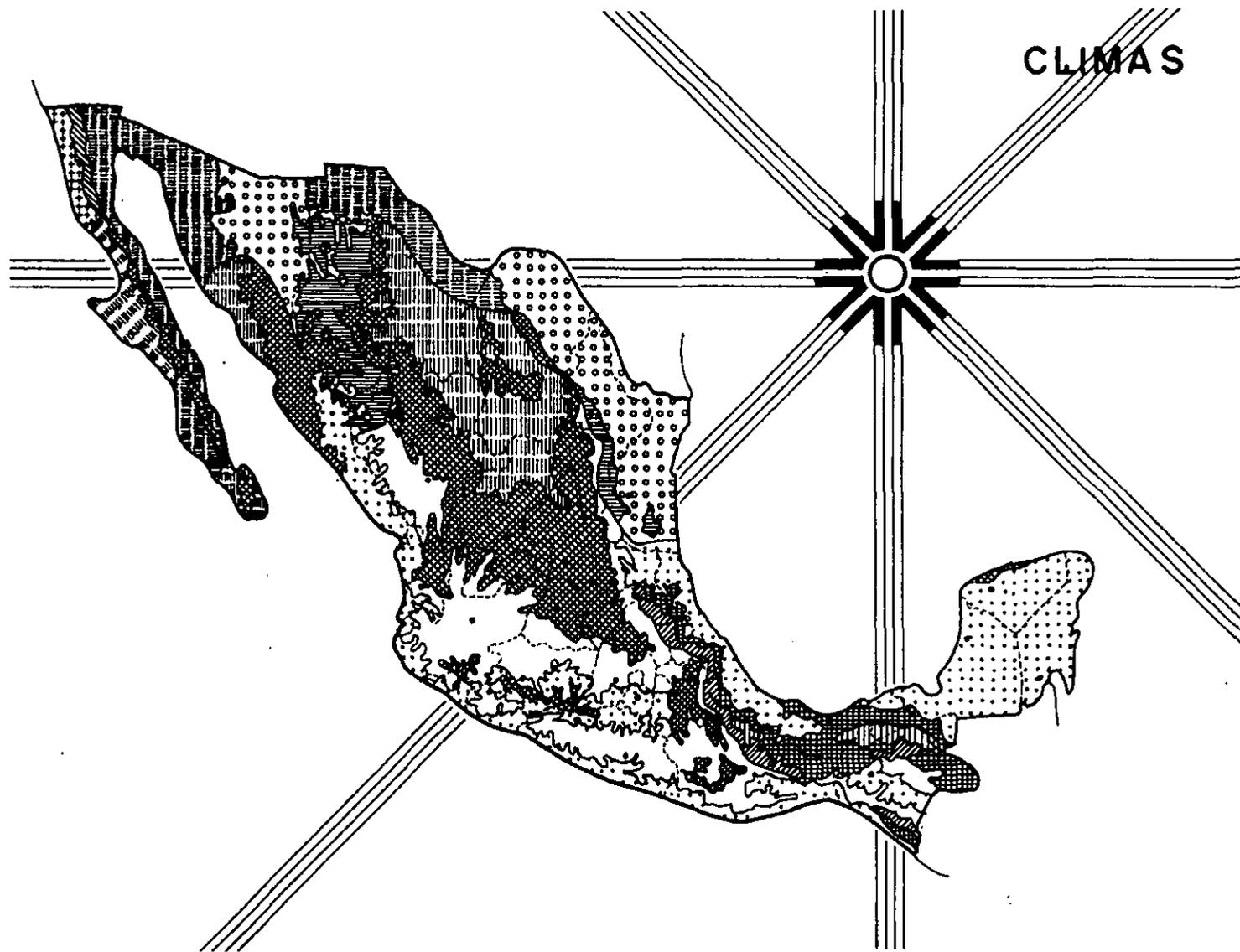
Solo menos del 10% del país posee climas de carácter templado, que sin embargo registran las condiciones más favorables para las actividades humanas, tanto en temperaturas como en precipitación.

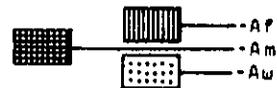
Los regímenes térmicos de carácter templado, se localizan entre los 0 y 1,500 msnm, en el extremo norte de Baja California; entre 1,000 y 2,000 msnm en el norte de la Sierra Occidental y al sur del Trópico de Cáncer entre los 2,000 y 3,000 msnm. Es en este rango donde se registran las condiciones más favorables, excepto en el invierno por la presencia de masas de aire polar.

## CLIMAS "E" FRIOS

Con temperatura media del mes más caliente menor a 10°C se encuentra sólo en porciones pequeñas del país; en las cumbres que rebasan los 4,000 msnm, como el Pico de Orizaba, el Popocatepetl, el Iztacihuatl, el Nevado de Toluca, Malinche y Nevado de Colima, favoreciendo la existencia de bellos paisajes de alto valor recreativo.

Las temperaturas semifrías (5°C a 12°C), se ubican por encima de los 2,200 msnm, en la Sierra Madre Occidental y por encima de los 3,000 msnm en las principales cimas al sur del Trópico de Cáncer.





CLIMAS HÚMEDOS

CALIDOS HÚMEDOS. SE DIVIDEN EN TRES TIPOS :

- CALIDO HUMEDO CON LLUVIAS TODO EL AÑO
- CALIDO HUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO
- CALIDO SUBHUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO

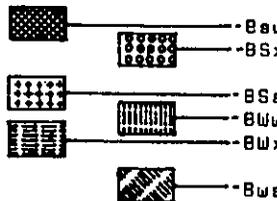


TEMPLADOS HÚMEDOS. PRESENTAN EN EL PAIS CUATRO TIPOS.

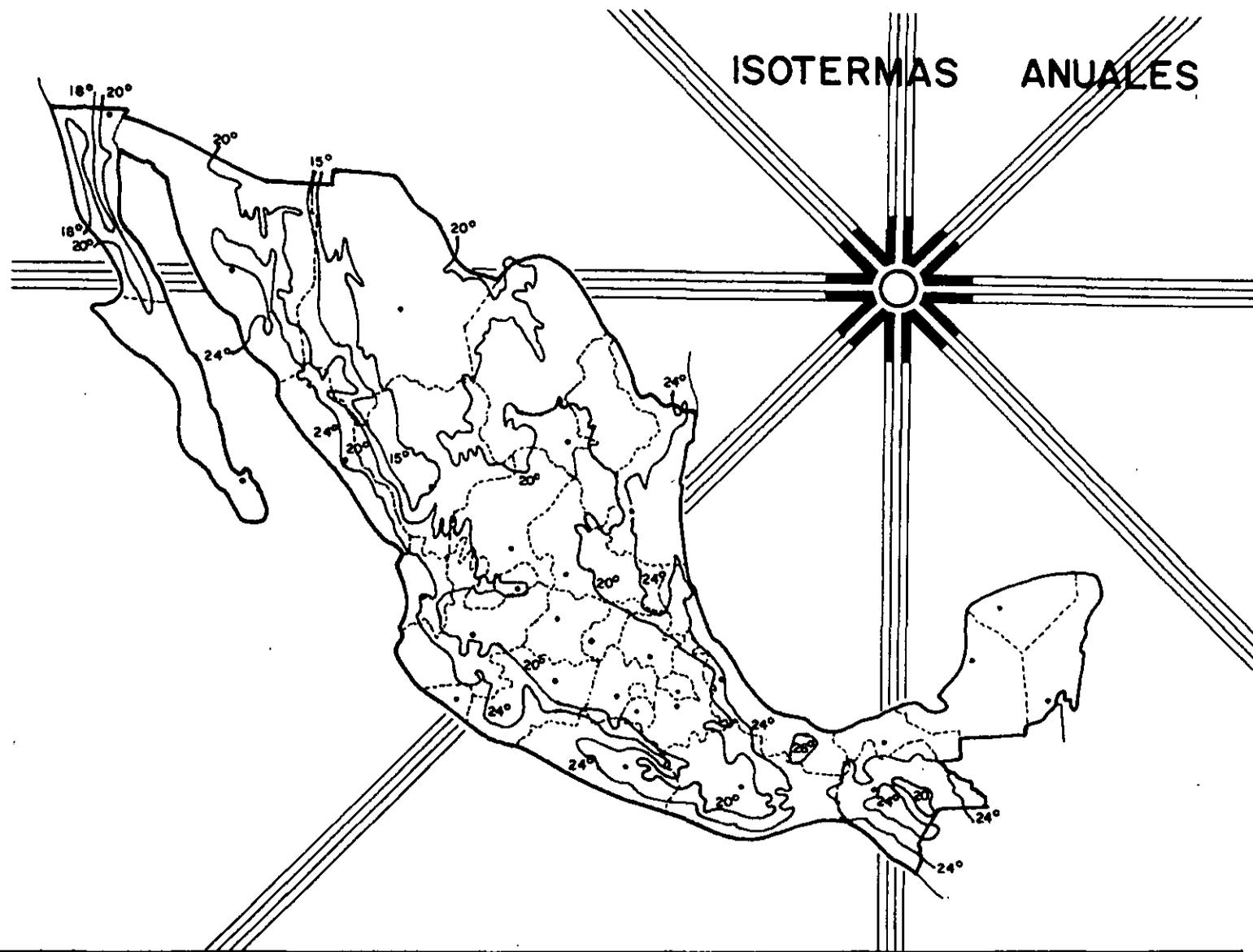
- TEMPLADO HUMEDO CON LLUVIAS TODO EL AÑO
- TEMPLADO HUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO
- TEMPLADO SUBHUMEDO CON LLUVIAS EN TODAS LAS ESTACIONES
- TEMPLADO HUMEDO CON LLUVIAS EN INVIERNO O CLIMA MEDITERRANEO

CLIMAS SECOS O ARIDOS

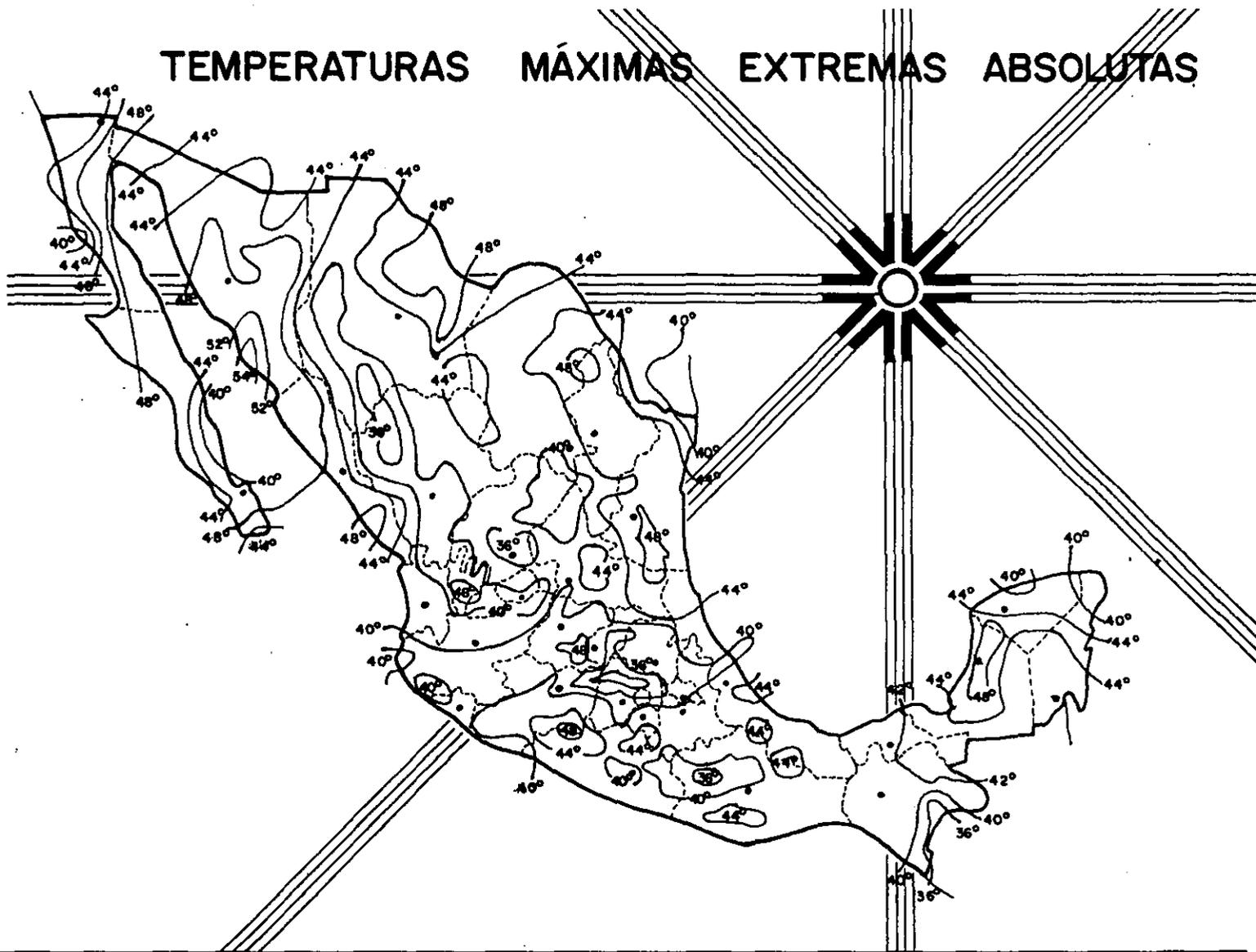
EN ELLOS LA EVAPORACION EXCEDE A LA PRECIPITACION, Y SE DIVIDEN EN DOS TIPOS PRINCIPALES: ESTEPARIOS O SEMISECOS Y DESERTICOS O MUY ARIDOS, Y ELLOS A SU VEZ EN VARIOS SUB TIPOS :

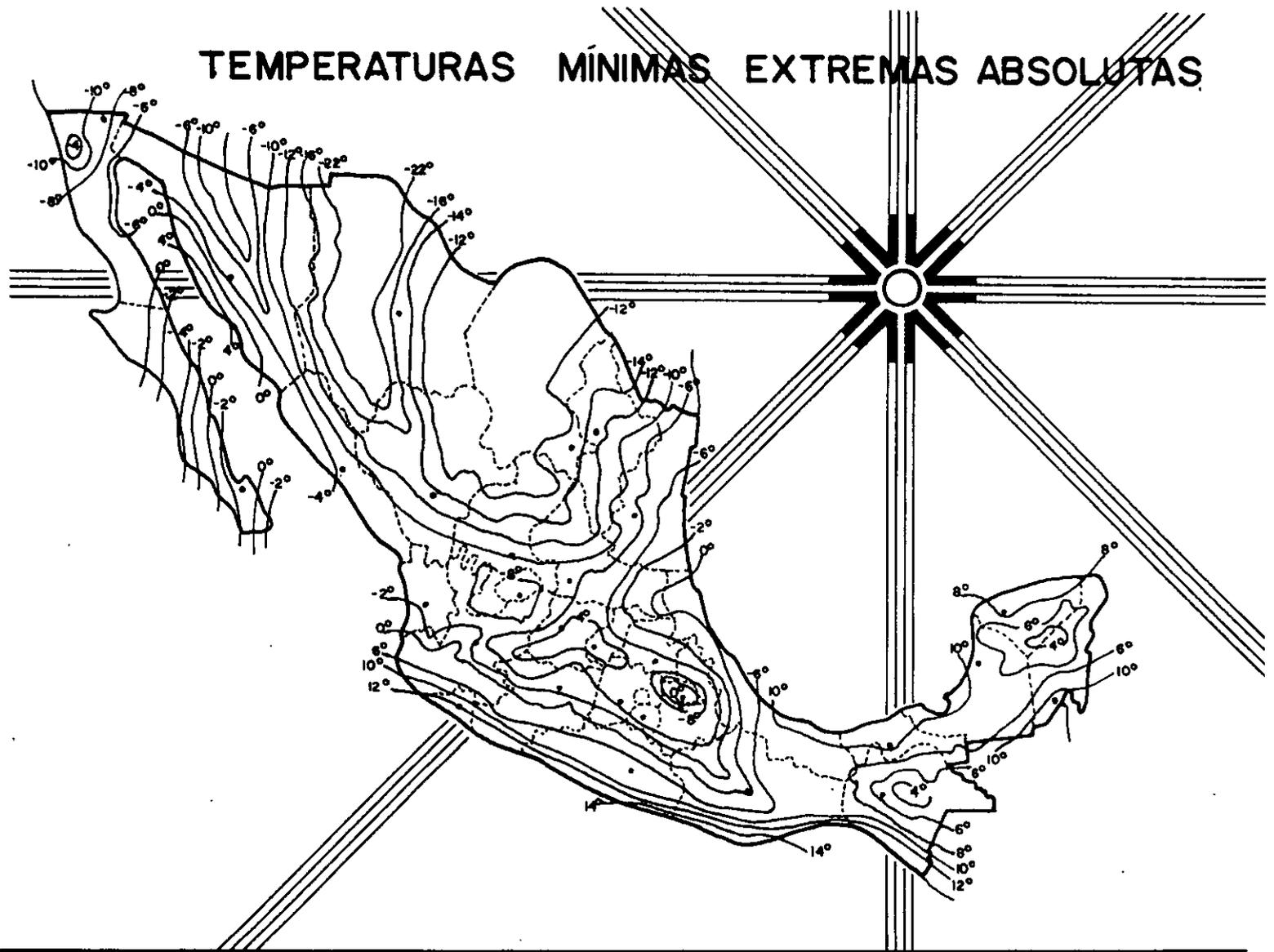


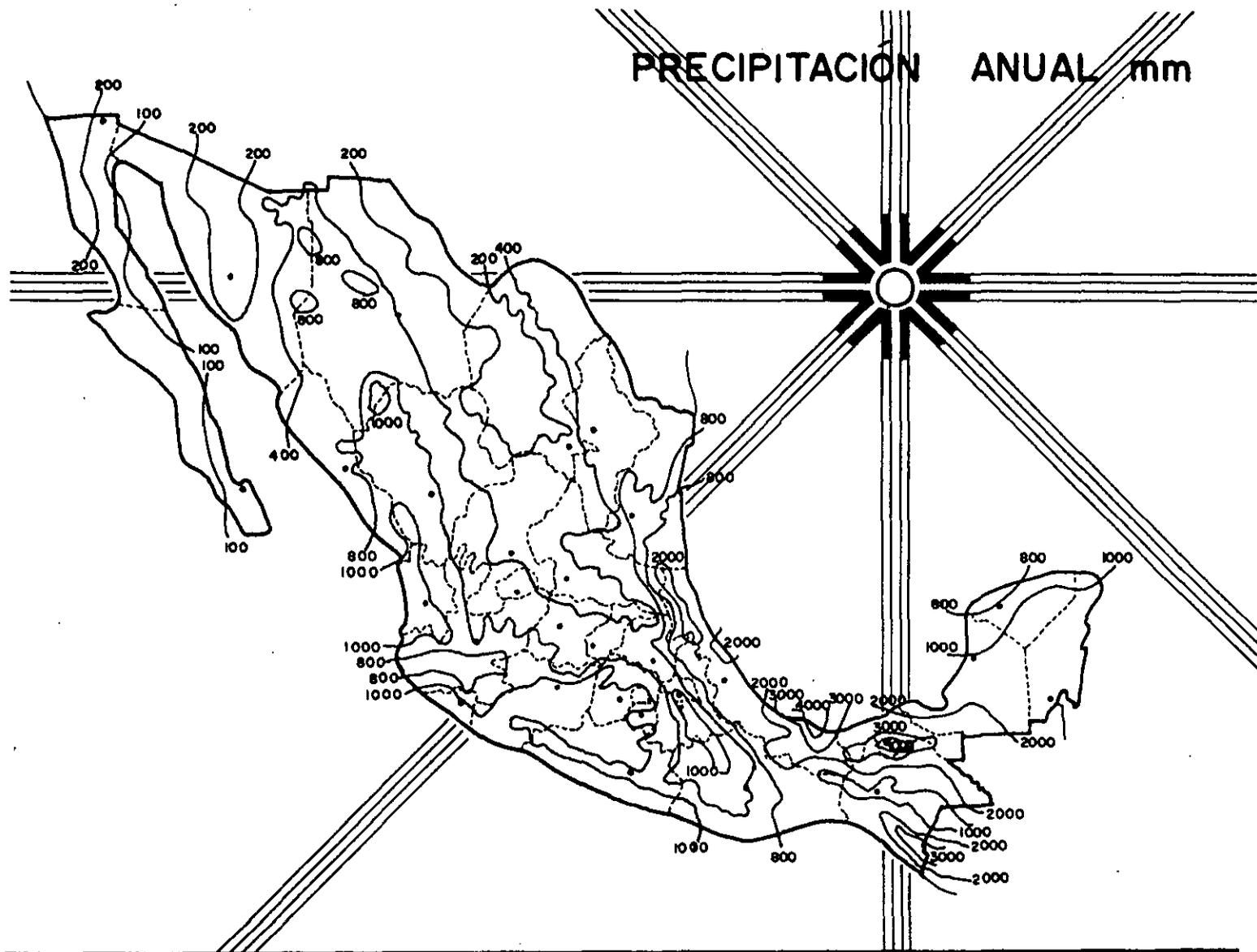
- SEMISECO O ESTEPARIO CON LLUVIAS DE VERANO
- DESERTICO CON LLUVIAS POCO ABUNDANTES EN TODAS LAS ESTACIONES
- SEMISECO CON LLUVIAS EN INVIERNO
- DESERTICO CON LLUVIAS EN VERANO
- DESERTICO CON LLUVIAS POCO ABUNDANTES QUE PUEDEN PRESENTARSE EN CUALQUIER EPOCA DEL AÑO
- DESERTICO CON LLUVIAS EN INVIERNO



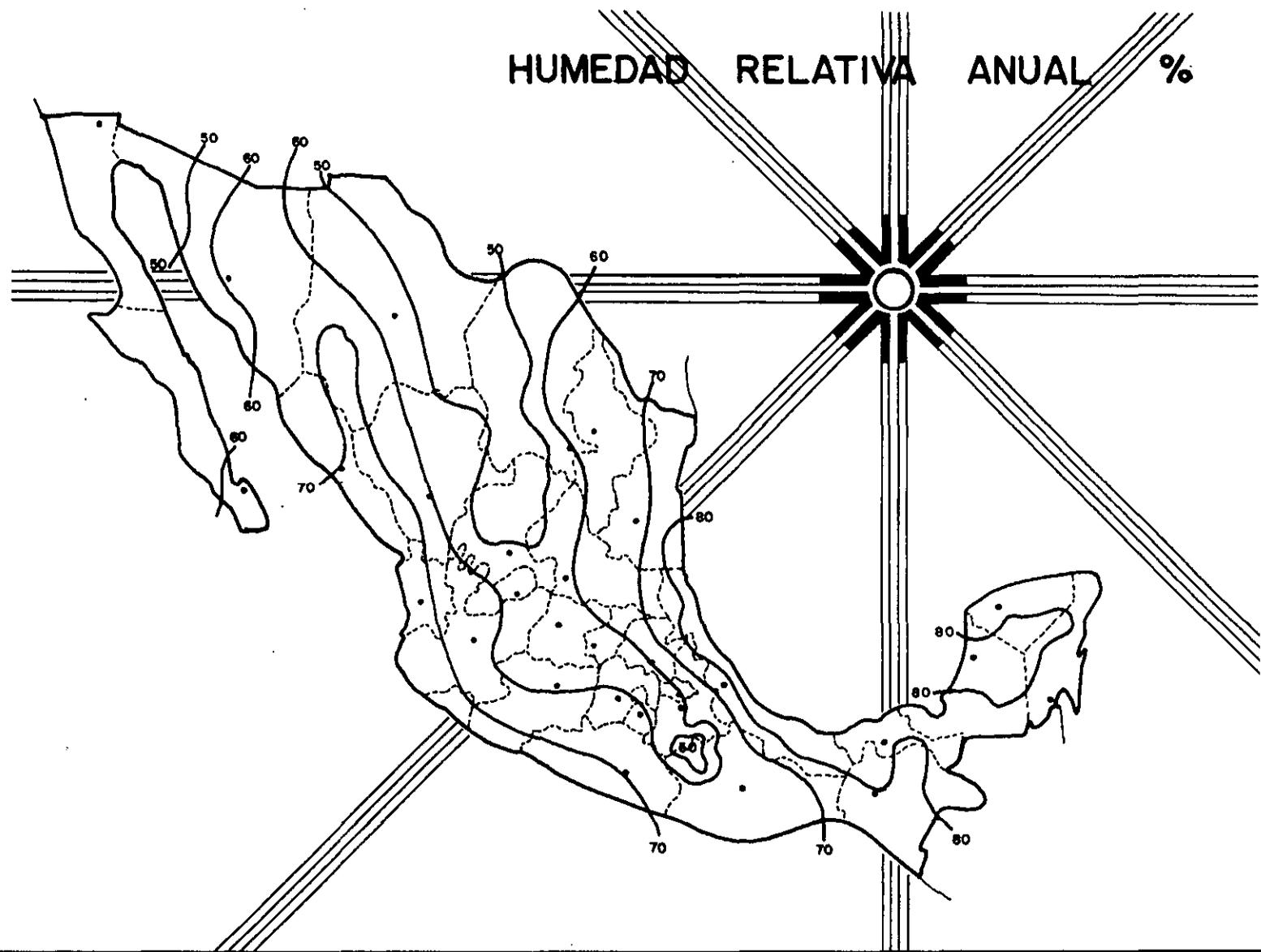
# TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS ABSOLUTAS



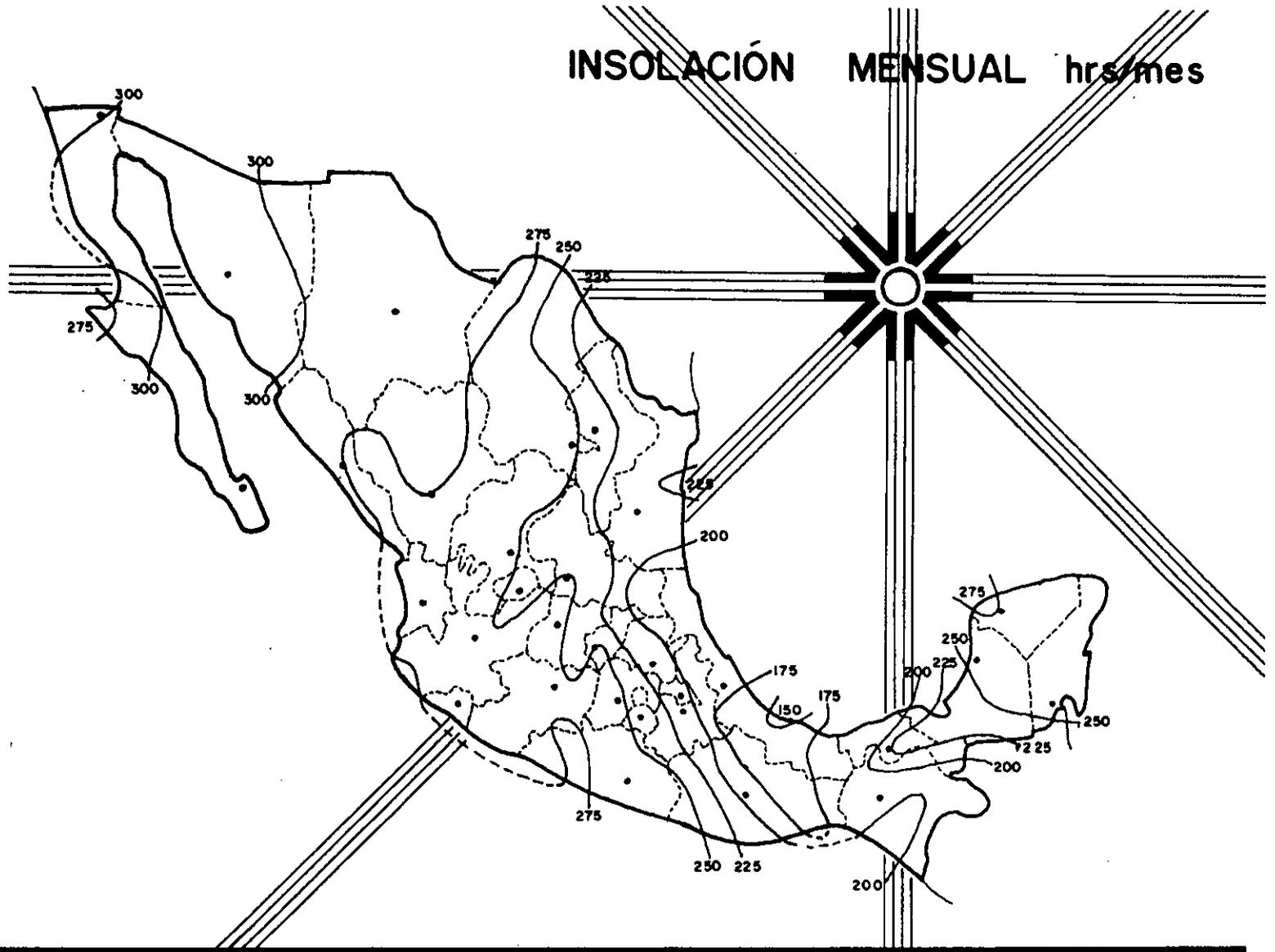




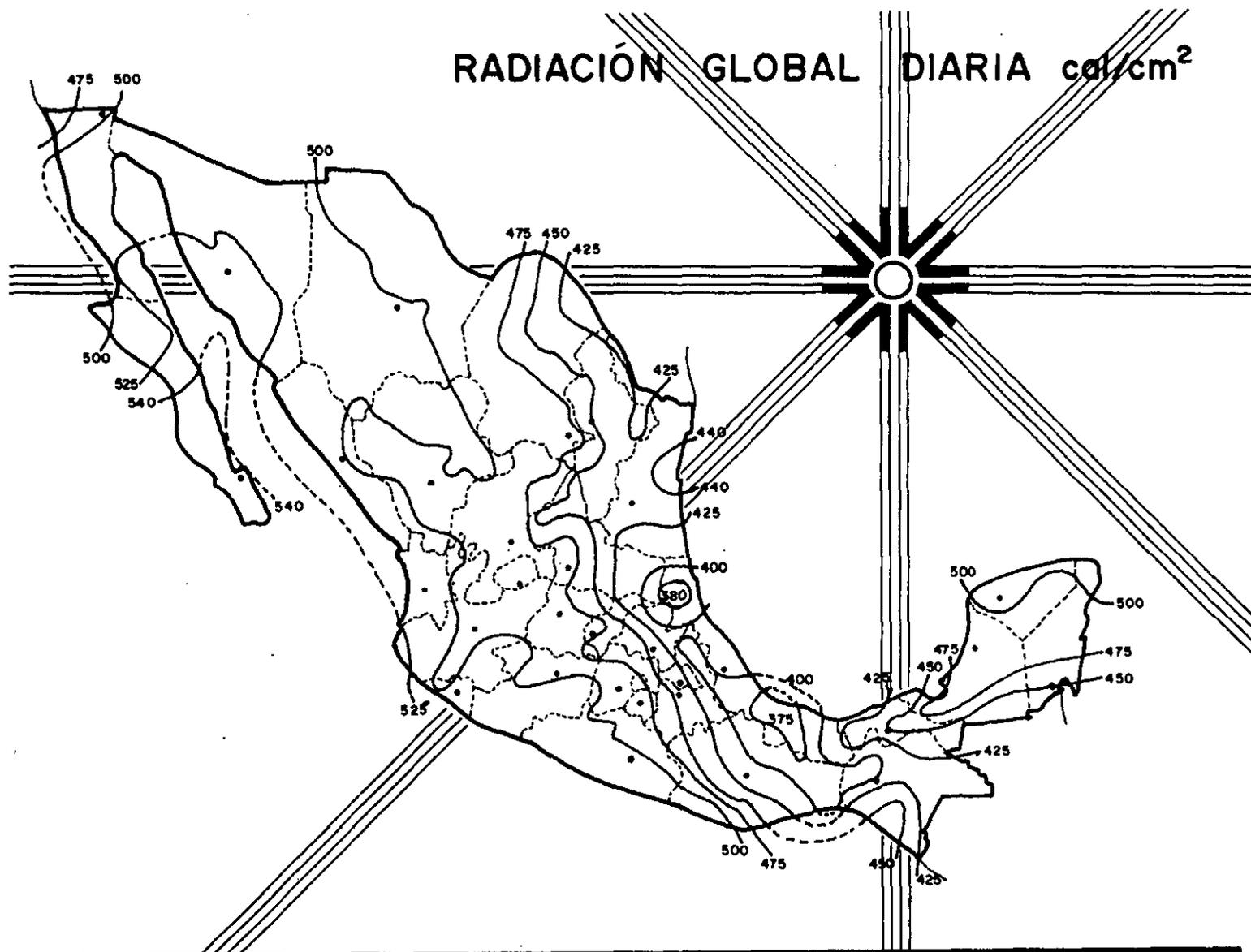
PRECIPITACION ANUAL mm

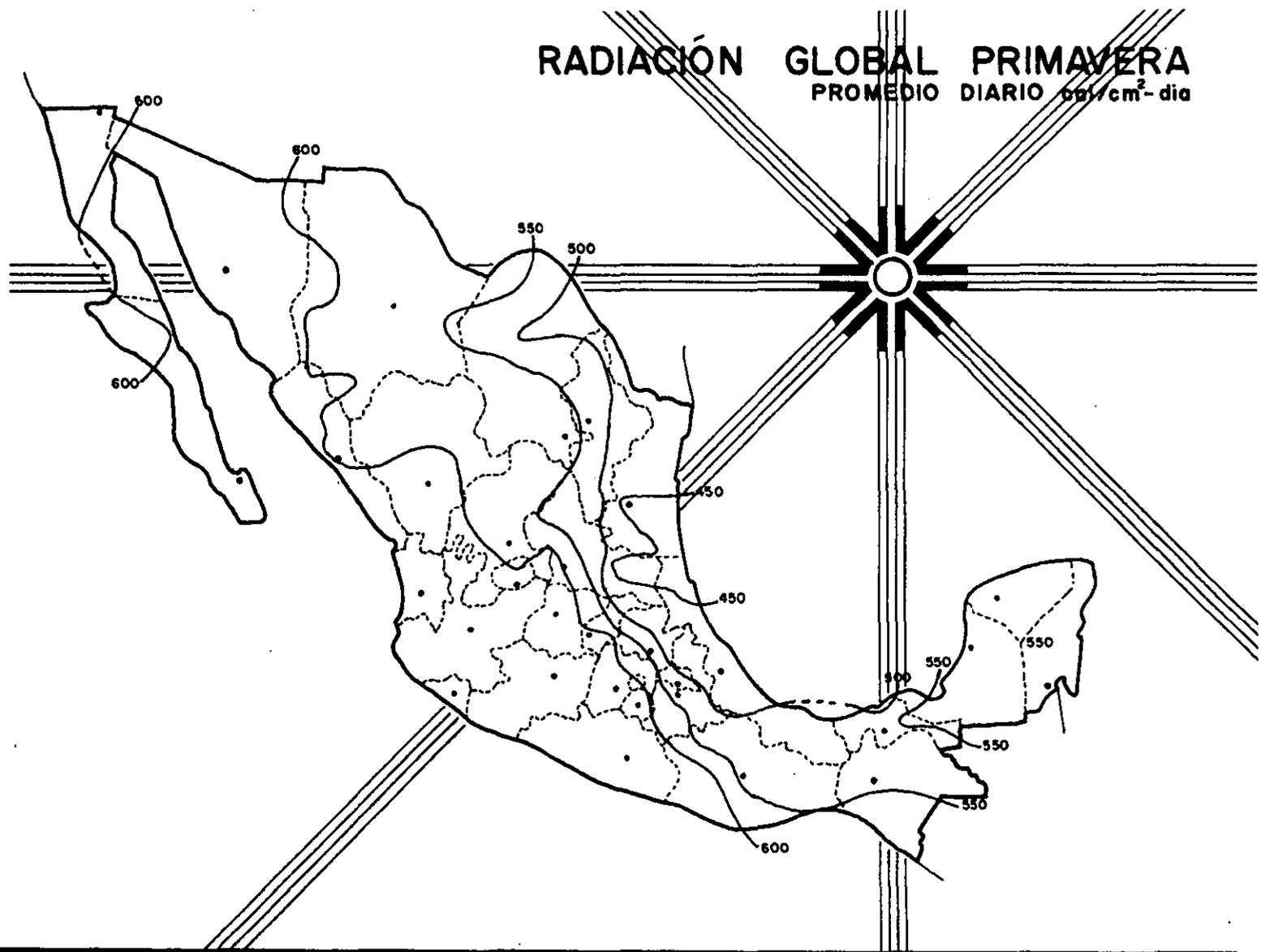


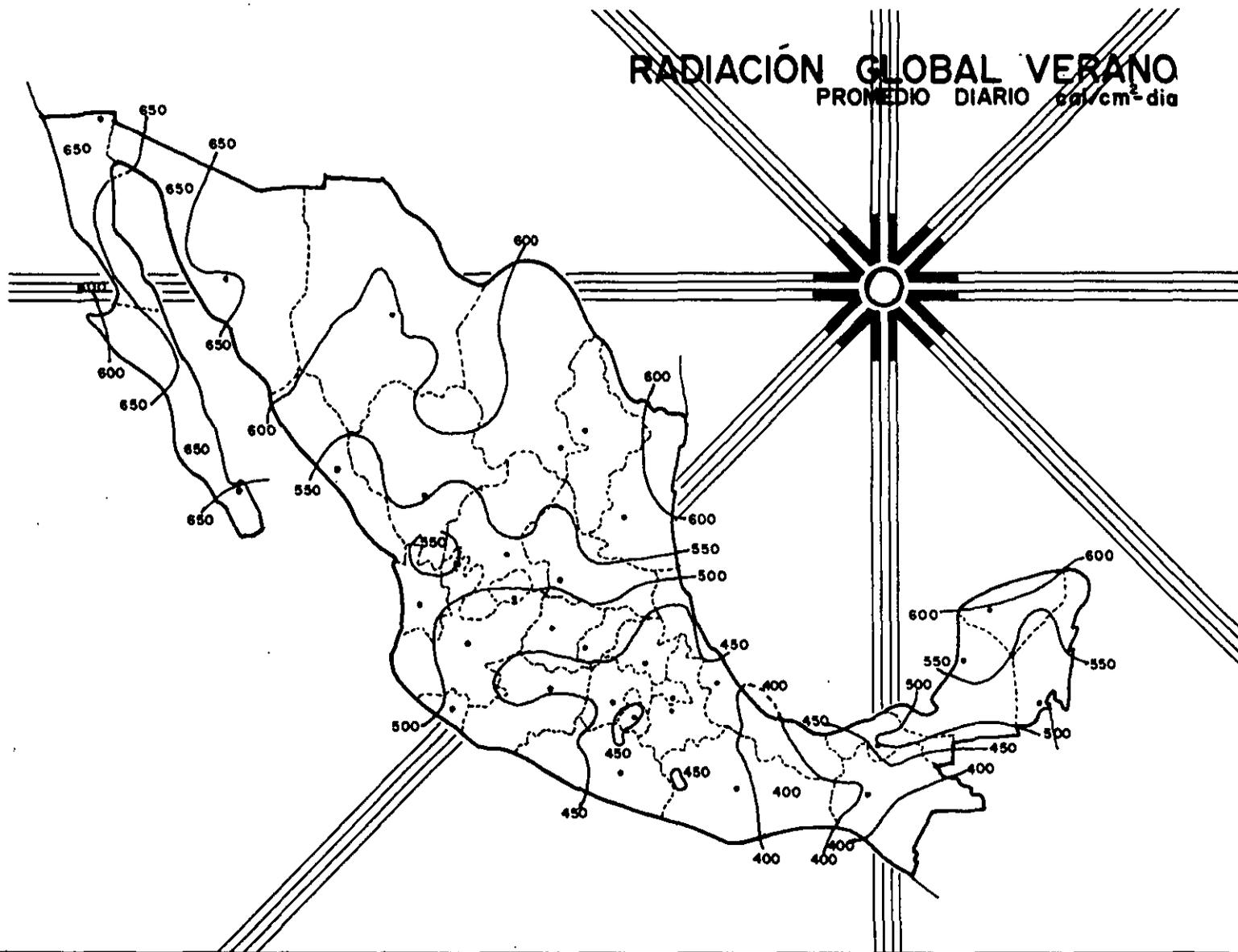
# INSOLACIÓN MENSUAL hrs/mes



ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

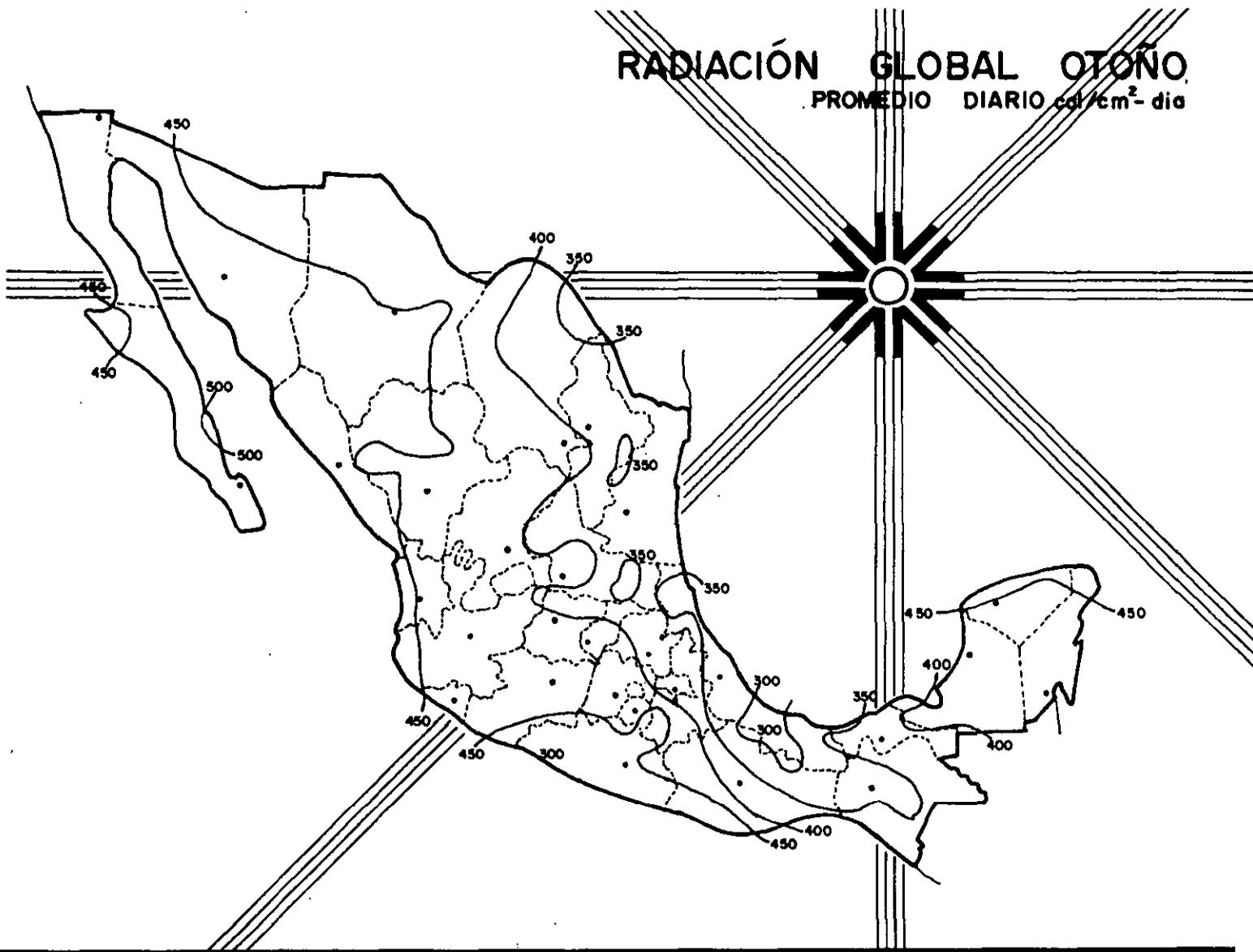




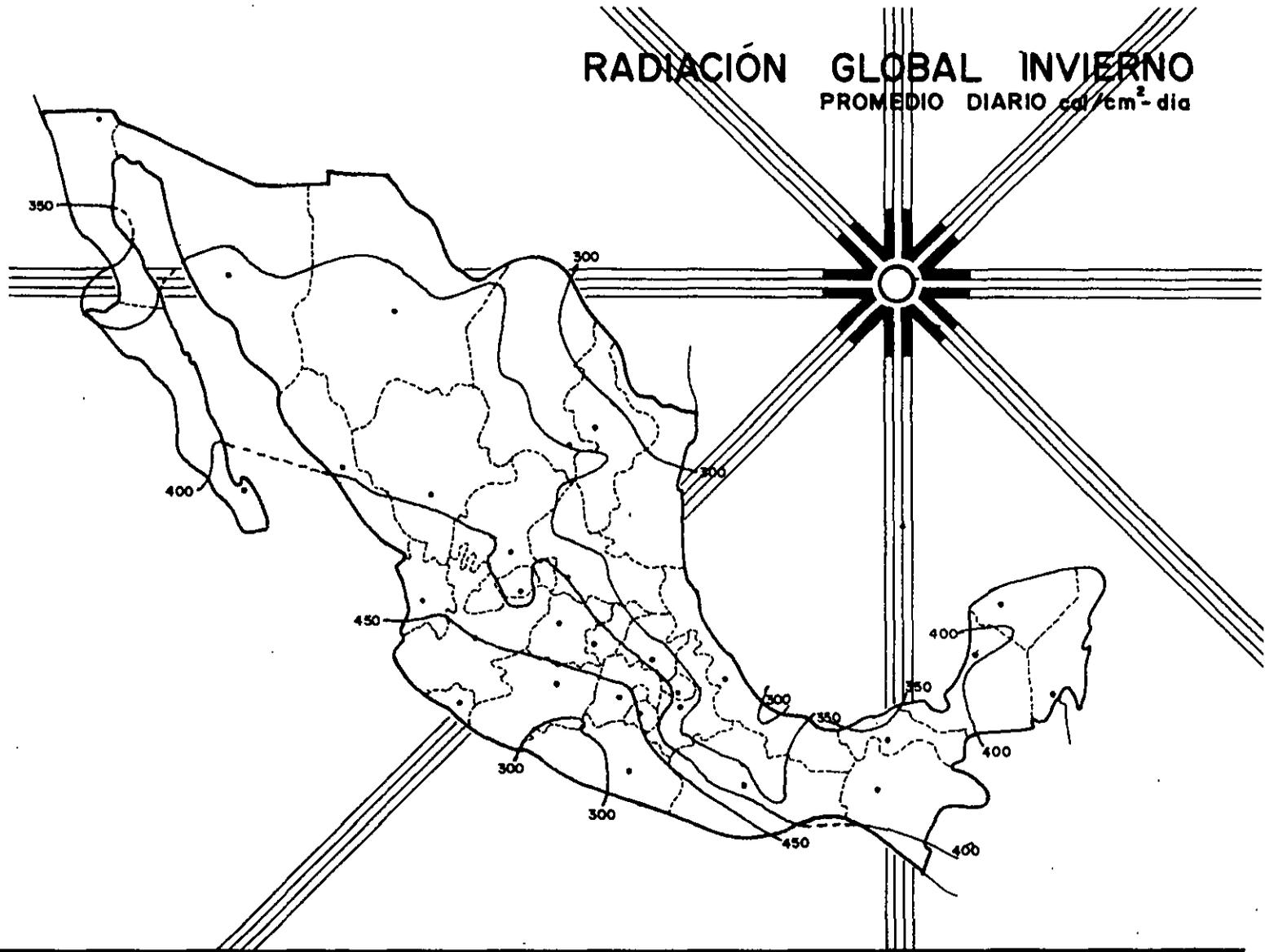


# RADIACIÓN GLOBAL OTOÑO

PROMEDIO DIARIO  $\text{cal/cm}^2\text{-día}$

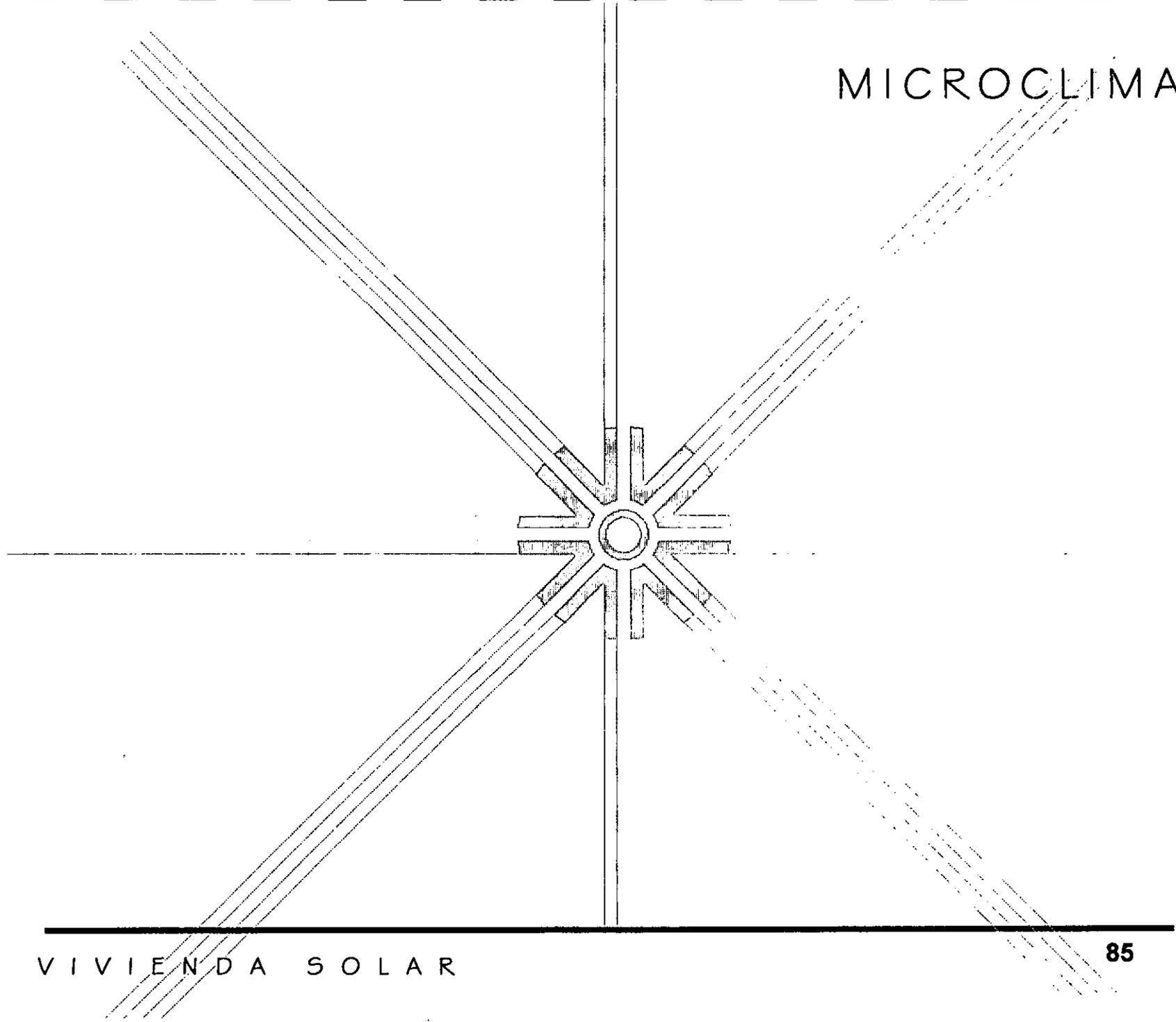


**RADIACIÓN GLOBAL INVIERNO**  
PROMEDIO DIARIO  $\text{cal/cm}^2\text{-día}$





MICROCLIMA



VIVIENDA SOLAR

## DISTRITO FEDERAL

Clima: C(w)(w)b(i'), (C) Templado subhúmedo, moderado, con verano fresco largo y lluvioso, (w) invierno seco no riguroso; poca oscilación de temperaturas medias mensuales (14°C) y marcada oscilación diaria en temporada de secas; con una (b) temperatura media anual de 15.5°C; época de lluvias de mediados de mayo a principios de octubre, con una precipitación anual de 747 mm, humedad relativa media anual elevada (58%).

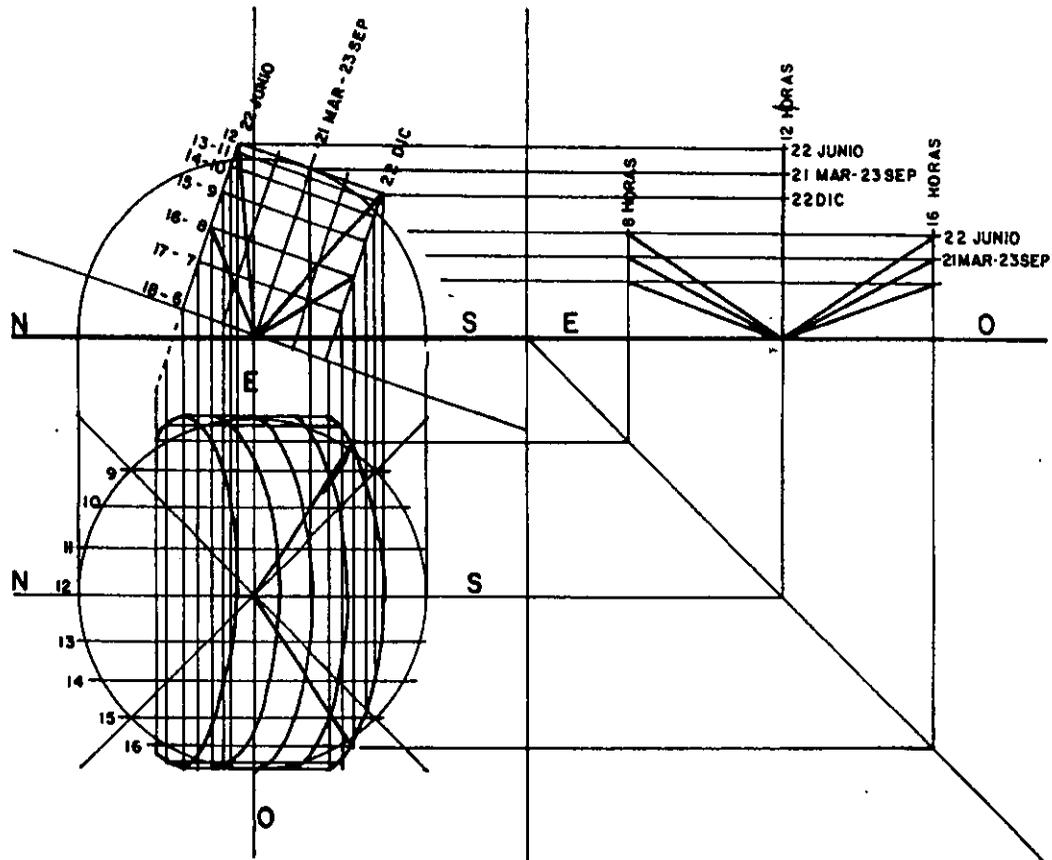
Insolación regular con una intensidad promedio diaria de 440 kw h/m<sup>2</sup> día (5.12 cal/cm<sup>2</sup> día), duración de insolación anual de 2,650 horas; el valor máximo mensual ocurre generalmente en marzo, se adelanta ocasionalmente a enero o febrero, el mínimo se presenta en septiembre, insolación promedio diaria anual de 7.3 horas, porcentaje de la intensidad disponible respecto a la máxima posible en días despejados, diaria 61%, anual 60%. Calidad de la radiación solar: difusa menos del 50% de la global, debido a la contaminación atmosférica.

### Datos geográficos;

|  |                   |
|--|-------------------|
| Latitud  | 19° 24' norte,    |
| Longitud   | 99° 11' poniente, |
| Altitud media  | 2,300 msnm.       |
| Ángulo de máxima elevación solar en verano   | 94° 20'           |
| Ángulo de mínima elevación solar en invierno   | 47° 35'           |
| Ángulo de inclinación del plano de las trayectorias solares diarias respecto al plano horizontal | 70° 36'           |
| Vientos predominantes  | ONO/NNO           |
| Velocidad media  | 2 m/seg           |



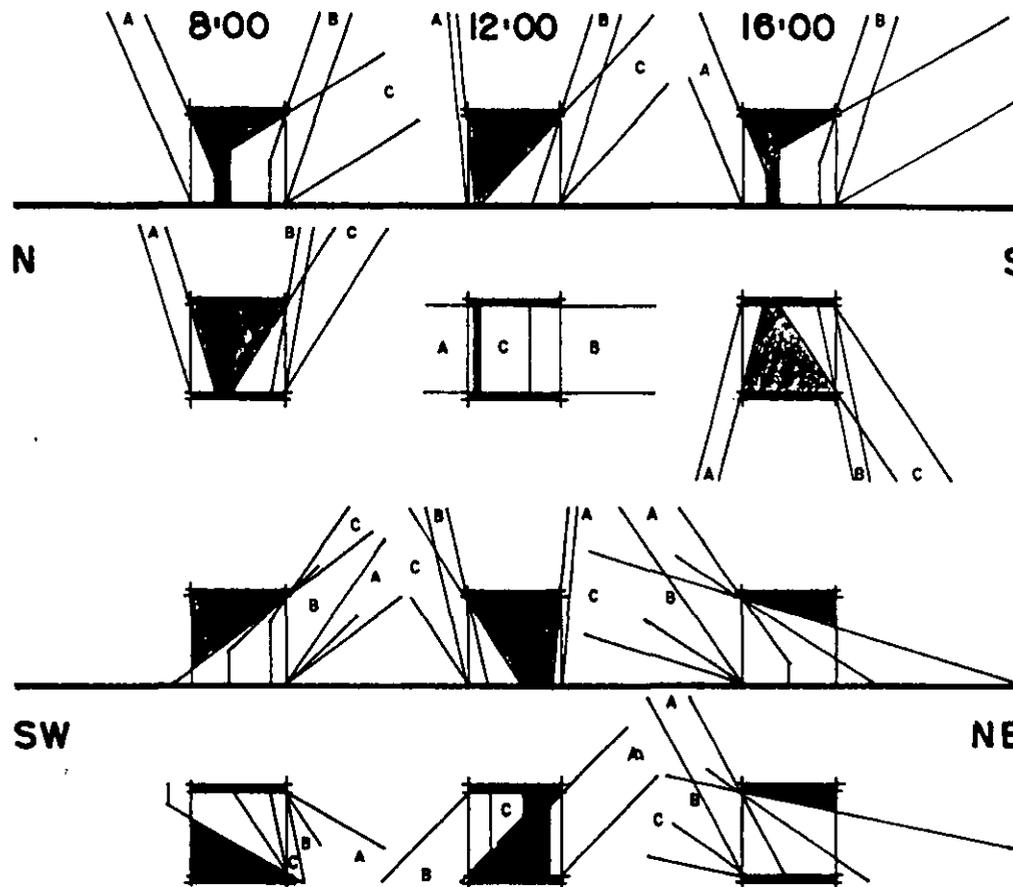
# GRÁFICA SOLAR



# ASOLEAMIENTO

En estos esquemas se presentan en forma simplificada el asoleamiento en planta y alzado según diferentes orientaciones y de acuerdo al siguiente listado:

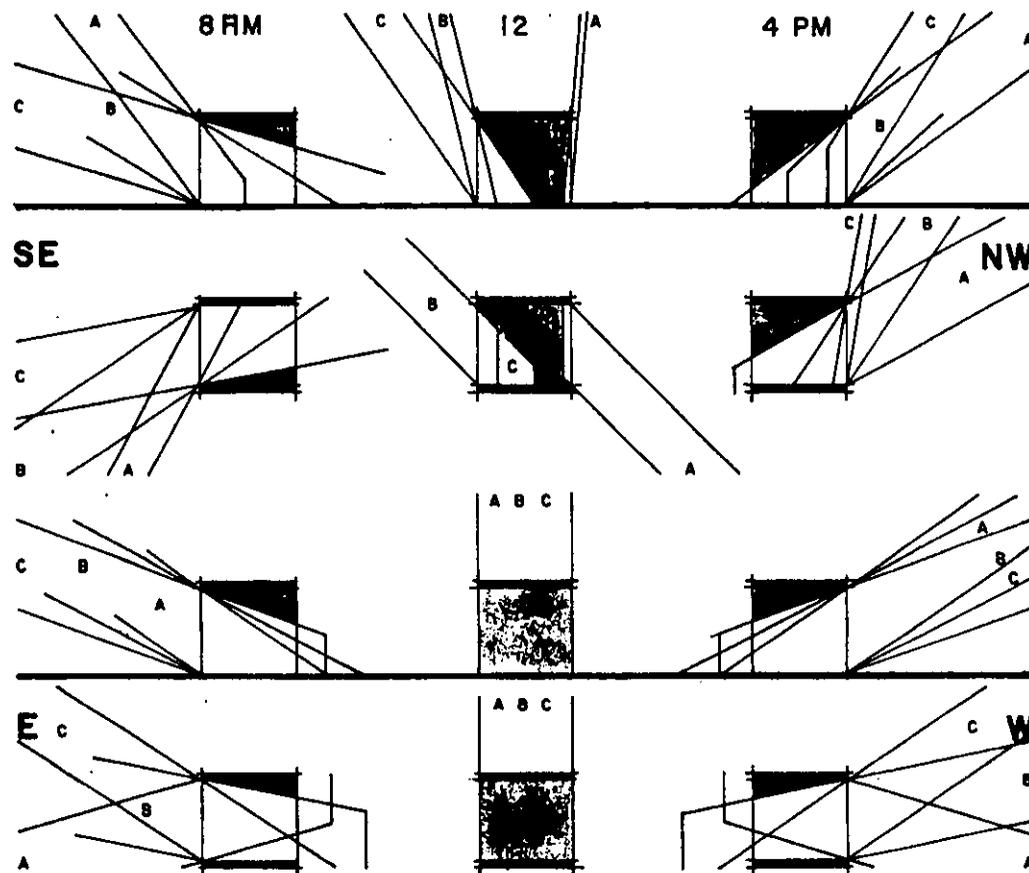
- A Solsticio de verano
- B Equinoccio de primavera y otoño
- C Solsticio de invierno



# ASOLEAMIENTO

En estos esquemas se presentan en forma simplificada el asoleamiento en planta y alzado según diferentes orientaciones y de acuerdo al siguiente listado:

- A Solsticio de verano
- B Equinoccio de primavera y otoño
- C Solsticio de invierno



## XOCHIMILCO

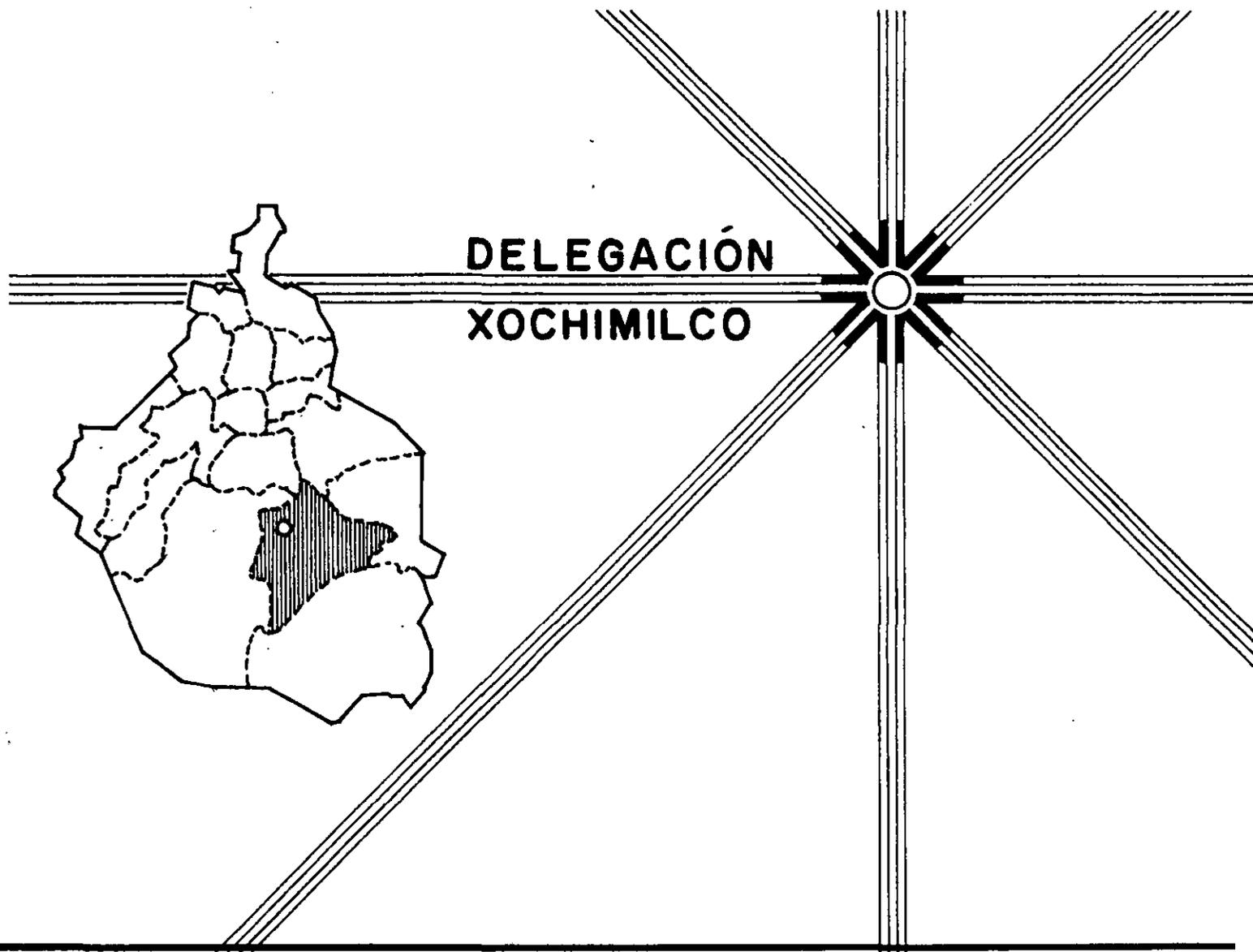
Delegación situada en el sur del Distrito Federal, linda al norte con Iztapalapa, Coyoacan, Tlalpan y Tláhuac, al oriente con Tlahuac y Milpa Alta, al sur con Milpa Alta y Tlalpan, y al poniente con Tlalpan. Tiene una superficie de 127 km<sup>2</sup> (7.9 % del área total del D. F.), de los cuales 11 corresponden al área urbana, 30 al antiguo vaso del lago ya contraído por la explotación de los acuíferos, y 86 a la parte montañosa. Aparte de la cabecera y de sus doce barrios, forman parte de la delegación 15 pueblos, donde se han formado 76 colonias. En la porción urbana el 65% del suelo esta ocupado por habitaciones, el 15 % por industria y el 20 % por comercios y servicios. El 84 % de la tierra pertenece a comuneros, el 6 % a ejidatarios, el 9 % a particulares y el 1% al gobierno del Distrito Federal.

Xochimilco tiene una población de 359,000 personas, de los cuales 333,000 viven en el medio urbano y 26,000 en el rural. El número de habitantes ha crecido 7.8 veces en 35 años. Hay 67,462 viviendas con un índice de hacinamiento de 5.4 ocupantes por unidad. En años recientes se han multiplicado los fraccionamientos residenciales y de tipo departamental. Las localidades rurales más importantes son San Lorenzo Atemiaya, San Mateo Xalapa, San Andrés, San Francisco y Santa Cecilia.

Funcionan en la delegación 99 jardines de niños y preescolar, 113 escuelas primarias, 43 secundarias, 10 escuelas de enseñanza media superior, una normal y la unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana; una clínica del ISSSTE, dos centros de salud y un hospital regional; ocho centros culturales, un museo y 19 instalaciones deportivas, entre ellas el canal olímpico de Cuemanco y el centro deportivo Xochimilco. la zona chinampera ha significado históricamente un espacio de recreación para los habitantes de la Ciudad de México y un atractivo singular para los turistas.

Las principales arterias de comunicación son el anillo periférico, las calzadas de Tlalpan, del Hueso, México Xochimilco y las avenidas División del Norte, Nativitas y Canal de Miramontes. En la cabecera es ostensible la saturación vial los domingos y días festivos, por la gran concurrencia de visitantes a los mercados de flores, plantas, verduras y comida, y a la zona de las chinampas.

El deterioro ambiental es menor que en otras delegaciones más densamente pobladas. Sin embargo, la sobreexplotación de los recursos acuíferos agoto el caudal de los manantiales y ha provocado hundimientos diferenciales en el terreno lacustre. aun así, el 60 % del territorio de la delegación siguen siendo áreas verdes.



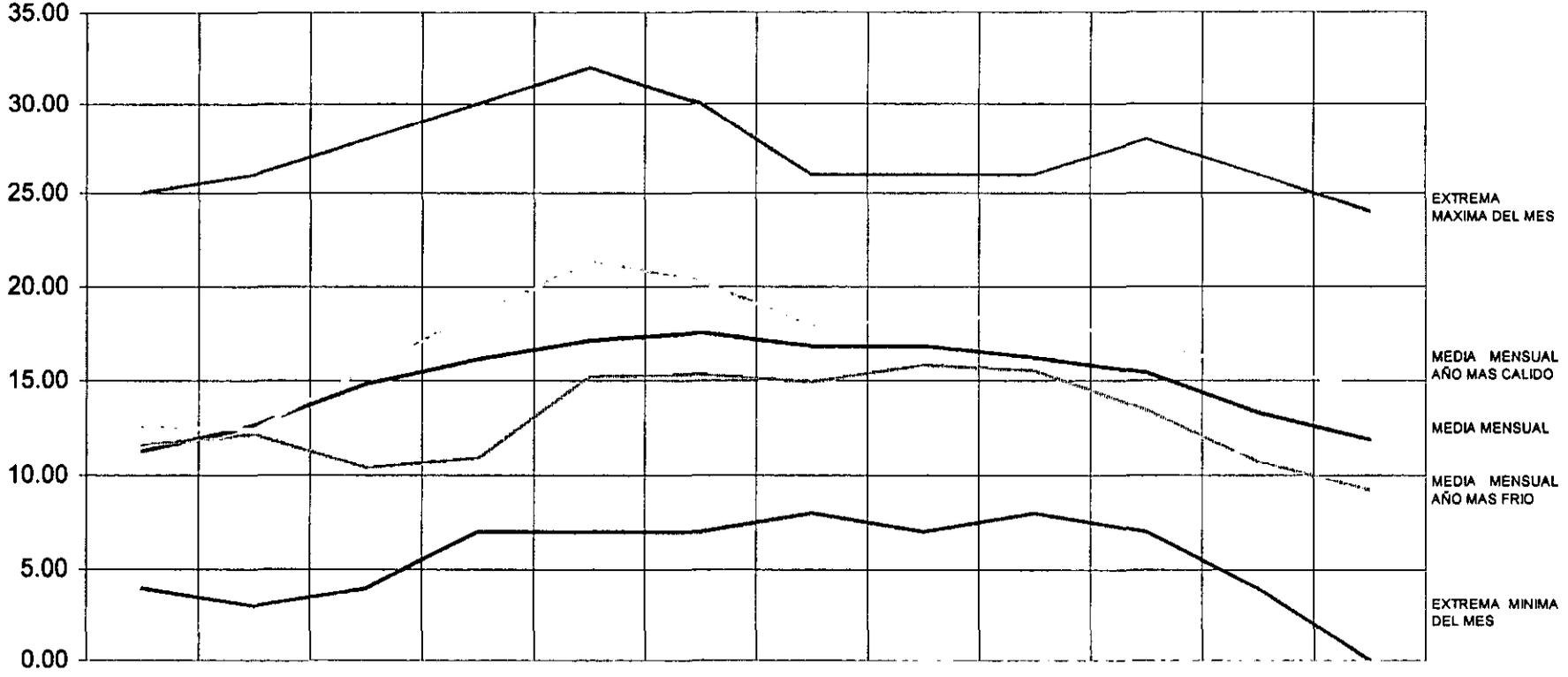
DELEGACIÓN  
XOCHIMILCO

# TABLA RESUMEN DATOS METEREOLÓGICOS

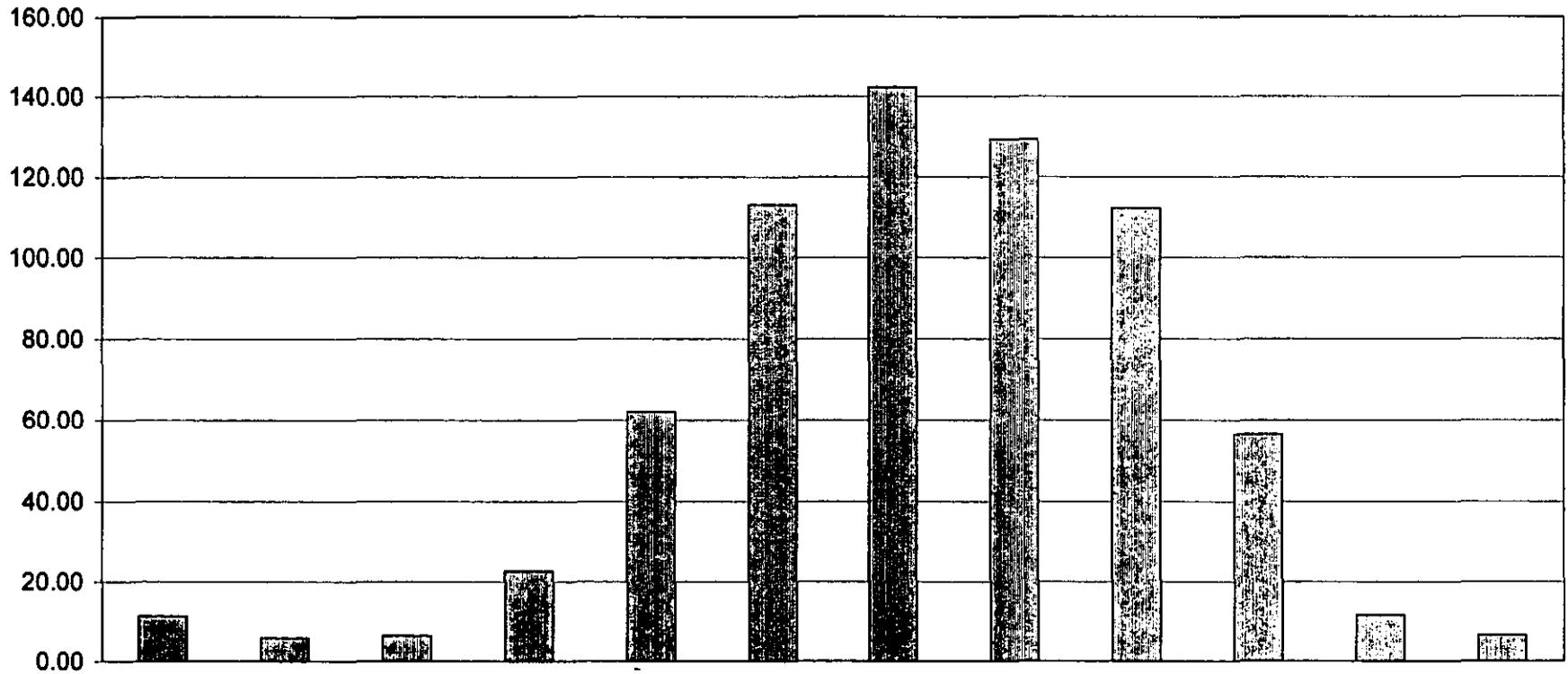
FUENTE: SISTEMA METEREOLÓGICO NACIONAL

| CONCEPTO                      | ENE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | SEP    | OCT    | NOV    | DIC    | PROM.  | TOTAL    | UNIDAD       |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------------|
| EXTREMA MAXIMA DEL MES        | 25.00  | 26.00  | 28.00  | 30.00  | 32.00  | 30.00  | 26.00  | 26.00  | 26.00  | 28.00  | 26.00  | 24.00  | 27.25  |          | °C           |
| MEDIA MENSUAL                 | 11.30  | 12.60  | 14.80  | 16.10  | 17.10  | 17.50  | 16.80  | 16.80  | 16.20  | 15.40  | 13.30  | 11.90  | 14.98  |          | °C           |
| EXTREMA MINIMA DEL MES        | 4.00   | 3.00   | 4.00   | 7.00   | 7.00   | 7.00   | 8.00   | 7.00   | 8.00   | 7.00   | 4.00   | 0.00   | 5.50   |          | °C           |
| MEDIA MENSUAL AÑO MAS CALIDO  | 12.50  | 12.40  | 15.60  | 18.50  | 21.30  | 20.30  | 17.80  | 18.30  | 18.40  | 16.90  | 15.70  | 14.60  | 16.86  |          | °C           |
| MEDIA MENSUAL AÑO MAS FRIO    | 11.60  | 12.10  | 10.40  | 10.90  | 15.20  | 15.30  | 14.90  | 15.80  | 15.50  | 13.40  | 10.70  | 9.20   | 12.92  |          | °C           |
| PRECIPITACION MEDIA MENSUAL   | 11.40  | 5.90   | 6.40   | 22.70  | 62.10  | 113.10 | 142.30 | 129.20 | 112.20 | 56.40  | 11.70  | 6.60   | 56.67  | 680.00   | MM           |
| PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS | 22.80  | 6.40   | 30.60  | 32.30  | 33.50  | 48.00  | 40.00  | 85.00  | 68.60  | 35.00  | 11.40  | 5.00   | 34.88  | 418.60   | MM           |
| EVAPORACION TOTAL             | 138.50 | 130.00 | 168.90 | 145.90 | 171.90 | 154.70 | 162.60 | 164.80 | 169.60 | 129.00 | 129.60 | 145.00 | 150.88 | 1,810.50 | MM           |
| ASOLEAMIENTO                  | 274.07 | 227.92 | 245.87 | 255.48 | 265.40 | 259.50 | 165.65 | 181.62 | 155.27 | 162.00 | 218.77 | 248.95 | 221.71 | 2,660.48 | HORAS        |
| DESPEJADOS                    | 2.00   | 3.00   | 4.00   | 3.00   | 0.00   | 25.00  | 24.00  | 24.00  | 27.00  | 25.00  | 22.00  | 17.00  | 14.67  | 176.00   | DIAS         |
| NUBLADOS                      | 0.00   | 2.00   | 0.00   | 1.00   | 3.00   | 11.00  | 4.00   | 8.00   | 6.00   | 4.00   | 0.00   | 0.00   | 3.25   | 39.00    | DIAS         |
| NEBLINA                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 1.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 2.00   | 1.00   | 0.00   | 0.33   | 4.00     | DIAS         |
| HELADAS                       | 15.00  | 12.00  | 3.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 3.00   | 7.00   | 14.00  | 54.00    | DIAS         |
|                               | 2-31   | 2-25   | 5-8    |        |        |        |        |        |        | 13-31  | 1-14   | 5-31   | 0.00   |          | PERIODO DIAS |
| GRANIZO                       | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00     | DIAS         |
| NEVADA                        | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00     | DIAS         |
| ROCIO                         | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00     | DIAS         |
| TEMPESTADES ELECTRICAS        | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00     | DIAS         |
| VIENTO                        | SE     | SE     | SE     | NE     | SE     | SE     | SE     | S      | SW     | SE     | SE     | SW     |        |          | DIRECCION    |

# TEMPERATURAS



| TIPO                         | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO         | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DIEMBRE     | PROMEDIO     |
|------------------------------|-------|---------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-------------|--------------|
| EXTREMA MAXIMA DEL MES       | 25.00 | 26.00   | 28.00 | 30.00 | <b>32.00</b> | 30.00 | 26.00 | 26.00  | 26.00      | 28.00   | 26.00     | 24.00       | <b>27.25</b> |
| MEDIA MENSUAL                | 11.30 | 12.60   | 14.80 | 16.10 | 17.10        | 17.50 | 16.80 | 16.80  | 16.20      | 15.40   | 13.30     | 11.90       | <b>14.98</b> |
| EXTREMA MINIMA DEL MES       | 4.00  | 3.00    | 4.00  | 7.00  | 7.00         | 7.00  | 8.00  | 7.00   | 8.00       | 7.00    | 4.00      | <b>0.00</b> | <b>5.50</b>  |
| MEDIA MENSUAL AÑO MAS CALIDO | 12.50 | 12.40   | 15.60 | 18.50 | 21.30        | 20.30 | 17.80 | 18.30  | 18.40      | 16.90   | 15.70     | 14.60       | <b>16.88</b> |
| MEDIA MENSUAL AÑO MAS FRIO   | 11.60 | 12.10   | 10.40 | 10.90 | 15.20        | 15.30 | 14.90 | 15.80  | 15.50      | 13.40   | 10.70     | 9.20        | <b>12.92</b> |



| ENERO        | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO  | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DIEMBRE | PROMEDIO |
|--------------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|---------|----------|
| 11.40        | 5.90    | 6.40  | 22.70 | 62.10 | 113.10 | 142.30 | 129.20 | 112.20     | 56.40   | 11.70     | 6.60    | 880.00   |
| MAS SECO     |         |       |       |       |        |        |        |            |         |           |         | 394.20   |
| MAS LLUVIOSO |         |       |       |       |        |        |        |            |         |           |         | 987.60   |

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

## ÁNGULOS DE ASOLEAMIENTO

| HORA  | PRIMAVERA-OTOÑO |        | VERANO  |        | INVIERNO |        |
|-------|-----------------|--------|---------|--------|----------|--------|
|       | AZIMUT          | ALTURA | AZIMUT  | ALTURA | AZIMUT   | ALTURA |
| 6.00  | 90.000          | 0.000  | 67.767  | 7.535  | 112.208  | -7.528 |
| 7.00  | 95.053          | 14.142 | 71.492  | 20.814 | 117.071  | 5.350  |
| 8.00  | 100.788         | 28.163 | 74.280  | 34.351 | 123.503  | 17.590 |
| 9.00  | 108.264         | 41.874 | 76.068  | 48.045 | 132.220  | 28.793 |
| 10.00 | 119.753         | 54.836 | 76.184  | 61.803 | 144.231  | 38.268 |
| 11.00 | 140.926         | 65.757 | 70.828  | 75.436 | 160.405  | 44.902 |
| 12.00 | 180.000         | 70.730 | 360.000 | 85.856 | 180.000  | 47.342 |
| 13.00 | 219.074         | 65.757 | 289.172 | 75.436 | 199.595  | 44.902 |
| 14.00 | 240.247         | 54.836 | 283.816 | 61.803 | 215.769  | 38.268 |
| 15.00 | 251.736         | 41.874 | 283.932 | 48.045 | 227.780  | 28.793 |
| 16.00 | 259.212         | 28.163 | 285.720 | 34.351 | 236.497  | 17.590 |
| 17.00 | 264.947         | 14.142 | 288.508 | 20.814 | 242.929  | 5.350  |
| 18.00 | 270.000         | 0.000  | 292.233 | 7.535  | 247.792  | -7.528 |

PREDIO EN SAN BERNARDINO

LATITUD 19° 16'

LONGITUD 99° 07'

## PROYECCIÓN SOMBRAS

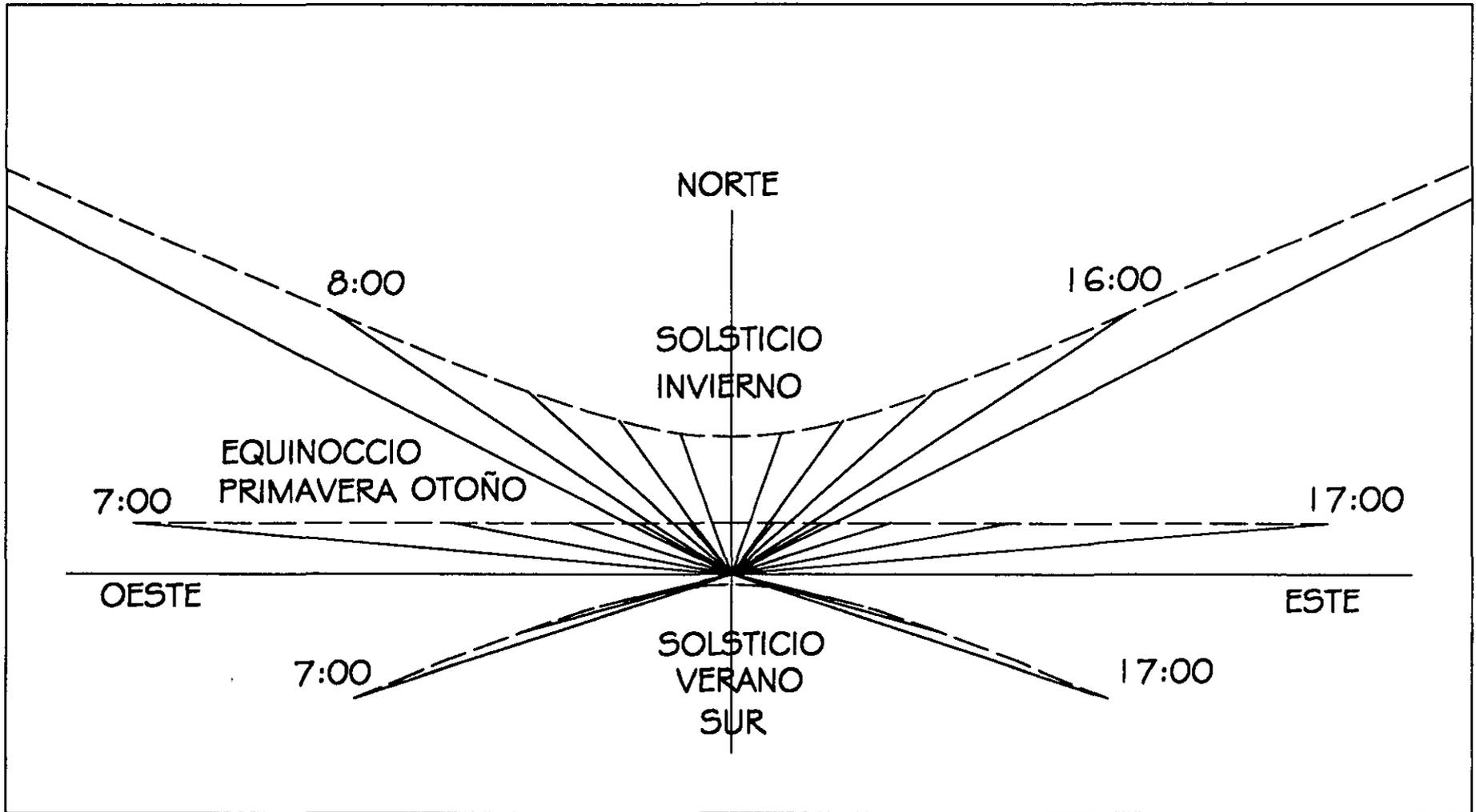
| HORA  | PRIMAVERA-OTOÑO |       | VERANO |       | INVIERNO |       |
|-------|-----------------|-------|--------|-------|----------|-------|
|       | AZIMUT          | LARGO | AZIMUT | LARGO | AZIMUT   | LARGO |
| 6.00  | 90.00           | 0.00  | 67.77  | 7.56  | 112.21   | -7.57 |
| 7.00  | 95.05           | 3.97  | 71.49  | 2.63  | 117.07   | 10.68 |
| 8.00  | 100.79          | 1.87  | 74.28  | 1.46  | 123.50   | 3.15  |
| 9.00  | 108.26          | 1.12  | 76.07  | 0.90  | 132.22   | 1.82  |
| 10.00 | 119.75          | 0.70  | 76.18  | 0.54  | 144.23   | 1.27  |
| 11.00 | 140.93          | 0.45  | 70.83  | 0.26  | 160.40   | 1.00  |
| 12.00 | 180.00          | 0.35  | 360.00 | 0.07  | 180.00   | 0.92  |
| 13.00 | 219.07          | 0.45  | 289.17 | 0.26  | 199.60   | 1.00  |
| 14.00 | 240.25          | 0.70  | 283.82 | 0.54  | 215.77   | 1.27  |
| 15.00 | 251.74          | 1.12  | 283.93 | 0.90  | 227.78   | 1.82  |
| 16.00 | 259.21          | 1.87  | 285.72 | 1.46  | 236.50   | 3.15  |
| 17.00 | 264.95          | 3.97  | 288.51 | 2.63  | 242.93   | 10.68 |
| 18.00 | 270.00          | 0.00  | 292.23 | 7.56  | 247.79   | -7.57 |

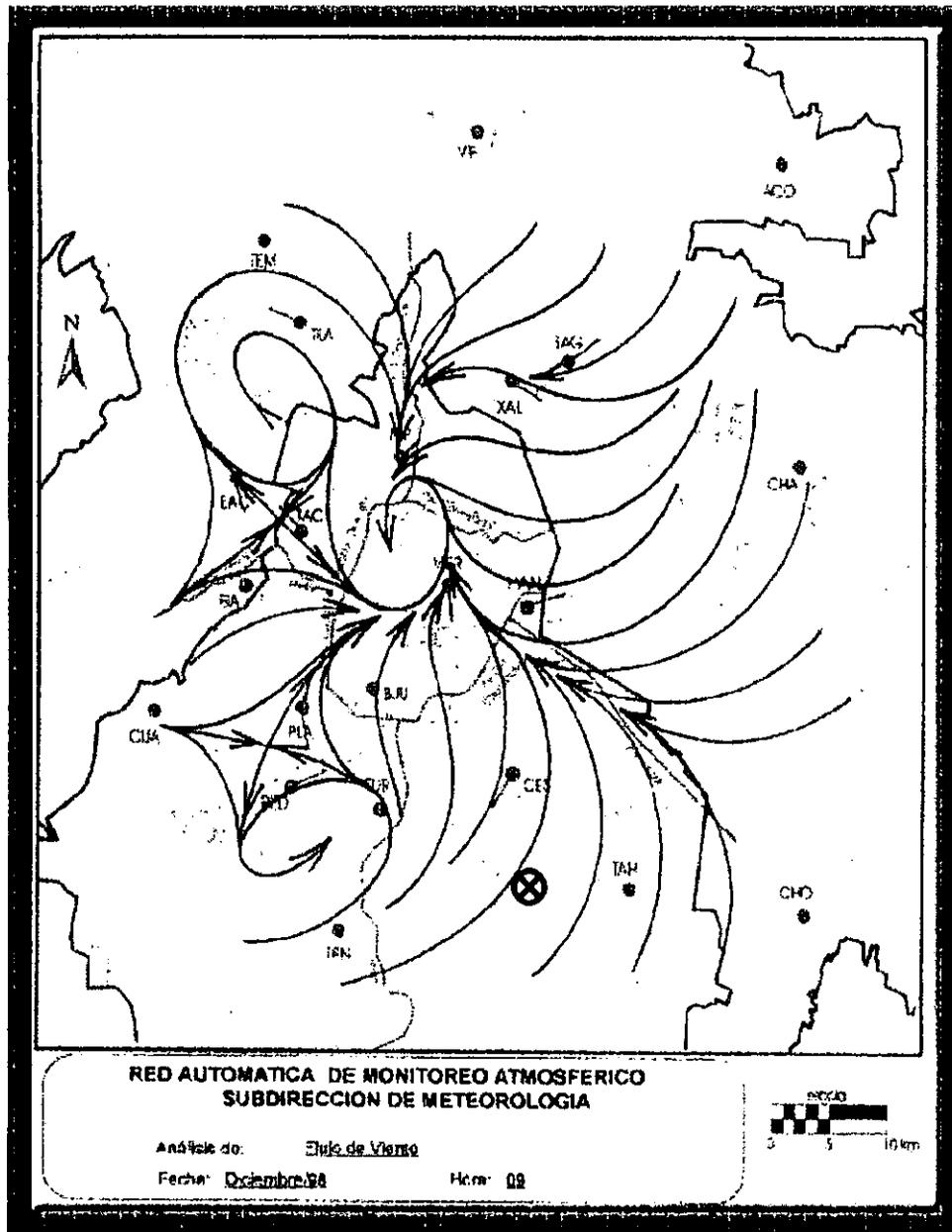
PREDIO EN SAN BERNARDINO

LATITUD 19° 16'

LONGITUD 99° 07'

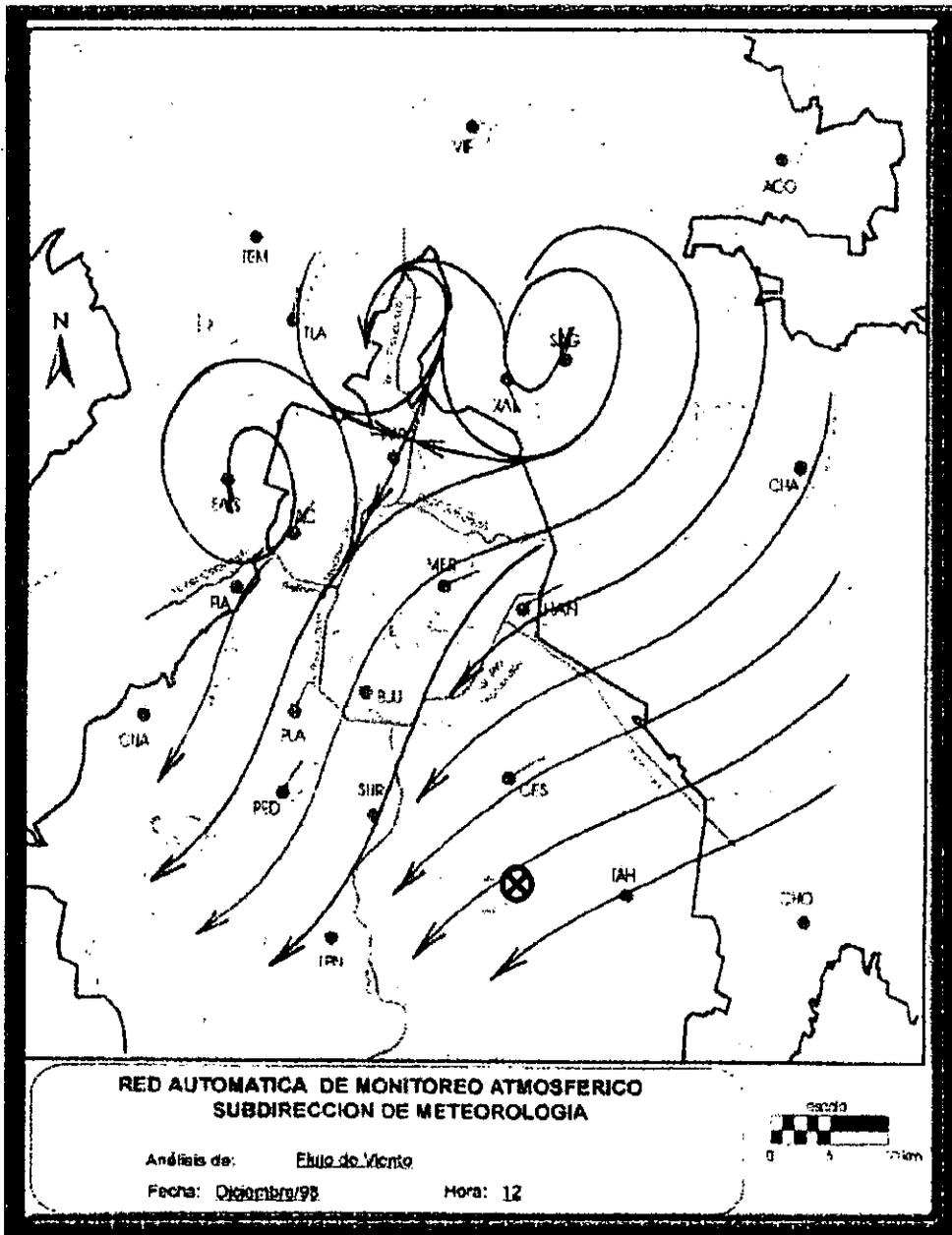
# ESQUEMA PROYECCIÓN DE SOMBRAS

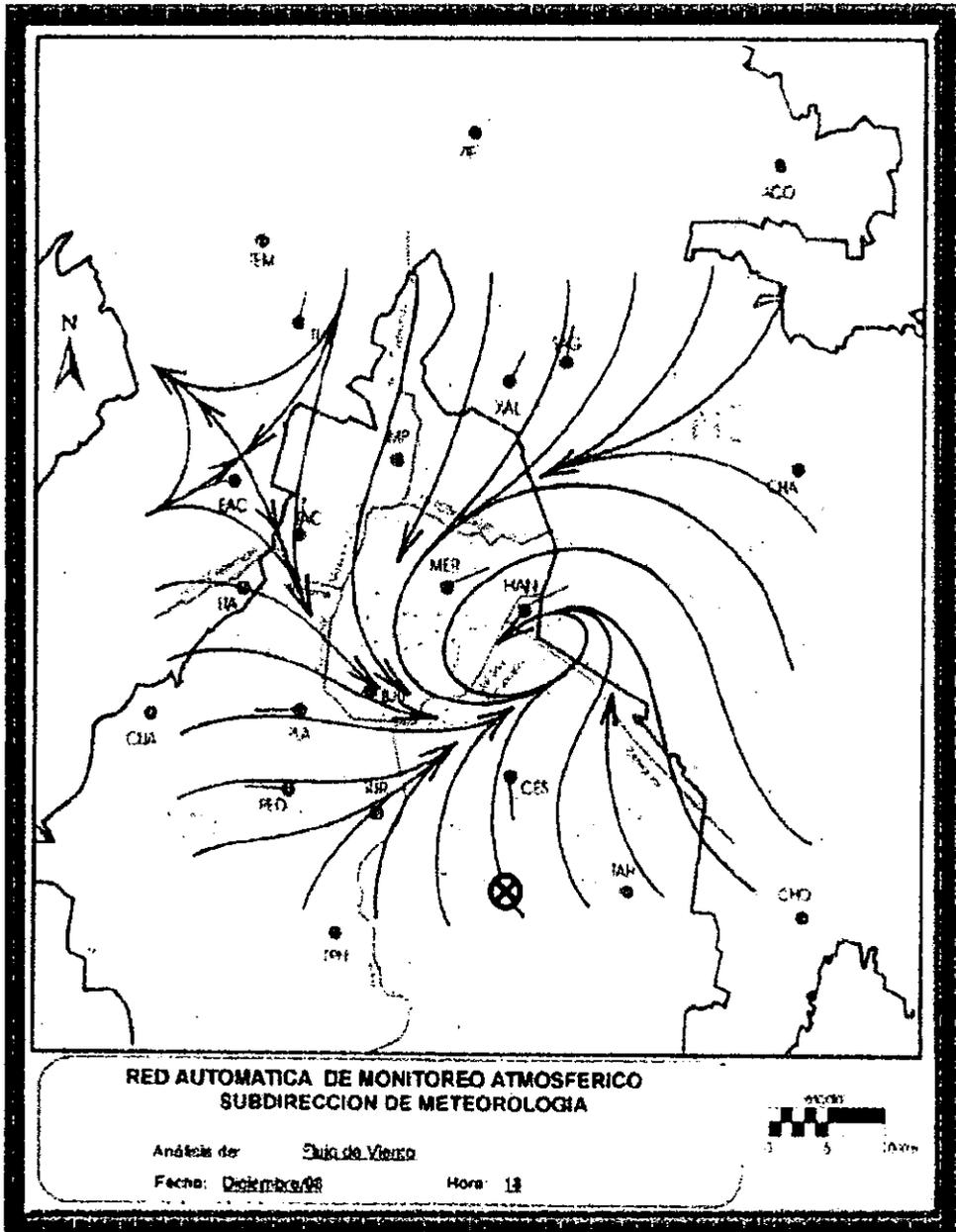




## RÉGIMEN DE VIENTOS

El viento predominante en la zona tiene una dirección SSO-NNE durante la noche e inicio de la mañana, al calentar el Sol las laderas de las montañas vecinas el sentido del viento se invierte siendo NNE-SSO, y vuelve a cambiar a partir de las 17:00 horas.





## TABLA PROPIEDADES DE LOS ARBOLES DE CLIMA TEMPLADO

FUENTE DEODENDRON RAFAEL CHANES

| NOMBRE COMUN | CRECIMIENTO              |       |       | ALTURA |       | DIAMETRO |       | HOJA    | FORMA     | SOMBRA | AMBIENTE      | OBSERVACIONES   |
|--------------|--------------------------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|---------|-----------|--------|---------------|---|
|              |                          |       |       |        |       |          |       |         |           |        |               |   |
| CASUARINA    | MEDIO                    | 15.00 | 25.00 | 20.00  | 35.00 | 4.00     | 6.00  | PERENNE | IRREGULAR | MEDIA  | SOLEADO       | MUY RESISTENTE AL VIENTO, ADECUADO CORTINAS PREPARO                         |
| EUCALIPTO    | RAPIDO                   | 5.00  | 15.00 | 30.00  | 40.00 | 4.00     | 7.00  | CADUCA  | IRREGULAR | MEDIA  | SOLEADA       | USO PARA REPAROS VIENTO, EUCALYPTUS FICIFOLIA H= 10.00 M                    |
| FRESNO COMUN | RAPIDO                   | 5.00  | 15.00 | 20.00  | 30.00 | 6.00     | 10.00 | CADUCA  | OVOIDAL   | MEDIA  | CUALQUIERA    | UTILIZACION SOMBRA Y CONTENCIÓN TALUDES, CUALQUIER TERRENO                  |
| ACACIA       | RAPIDA                   | 5.00  | 15.00 | 15.00  | 25.00 | 6.00     | 10.00 | CADUCA  | ESFERICA  | MEDIA  | MEDIA         | SUELOS PROFUNDOS, RESISTE FRIO, FOLLAJE DENSO                               |
| JACARANDA    | LENTO                    | 25.00 | MAS   | 6.00   | 10.00 | 5.00     | 8.00  | CADUCA  | PARASOL   | MINIMA | SOLEADA MEDIA | FORMA EXTENDIDA   |
| NOGAL        | RAPIDA                   | 5.00  | 15.00 | 20.00  | 25.00 | 15.00    | 20.00 | CADUCA  | ESFERICA  | DENSA  | SOLEADA       | ARBOL PARA SOMBRA, SUELOS RUSTICOS, RESISTE EL FRIO                         |
| LIQUIDAMBAR  | MEDIA, LENTA PRIMER EDAD | 15.00 | 25.00 | 15.00  | 20.00 | 5.00     | 7.00  | CADUCA  | OVOIDAL   | MEDIA  | SOLEADA       | FOLLAJE DENSO, RESISTE EL FRIO  |
| PINO         | RAPIDO                   | 5.00  | 15.00 | 15.00  | 20.00 | 6.00     | 8.00  | PERENNE | CONICA    | DENSA  | SOLEADA MEDIA | IDEAL REFORESTACION   |
| ALAMO        | RAPIDO                   | 5.00  | 15.00 | 15.00  | 20.00 | 6.00     | 8.00  | CADUCA  | OVOIDAL   | MEDIA  | SOLEADA       | EVITA EROSION, SUELO RUSTICO, RAICES INVASORAS NO CERCA DE CONSTRUCCIONES   |
| PERAL        | RAPIDO                   | 5.00  | 15.00 | 10.00  | 15.00 | 5.00     | 7.00  | CADUCA  | CONICA    | DENSA  | SOLEADA       | RESISTE EL FRIO   |
| OLMO         | MEDIA                    | 15.00 | 25.00 | 25.00  | 30.00 | 8.00     | 10.00 | CADUCA  | OVOIDAL   | DENSA  | SOLEADA       | USADO PARA SOMBRA, SUELO RUSTICO, VIDA HASTA 300 AÑOS                       |
| CIPRES       | RAPIDA                   | 5.00  | 15.00 | 10.00  | 20.00 | 2.00     | 3.00  | PERENNE | COLUMNAR  | DENSA  | CUALQUIERA    | SE ADAPTA ALA PODA, SUELOS RUSTICOS, SOPORTA ATMOSFERA CIUDADES Y LA SOMBRA |

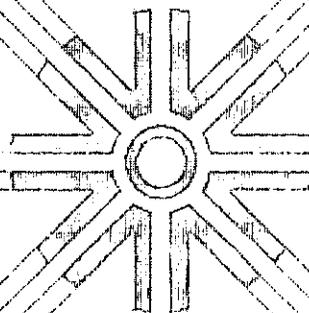
## TABLA PROPIEDADES DE LOS ARBUSTOS DE CLIMA TEMPLADO

FUENTE      DEODENDRON      RAFAEL CHANES

| NOMBRE COMUN | CRECIMIENTO |       |       | ALTURA |       | DIAMETRO |      | HOJA              | FORMA     | DENSIDAD       | AMBIENTE | OBSERVACIONES  |
|--------------|-------------|-------|-------|--------|-------|----------|------|-------------------|-----------|----------------|----------|--|
|              |             |       |       |        |       |          |      |                   |           |                |          |  |
| AZALEA       | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 0.30   | 1.50  | 0.30     | 1.50 | CADUCA            | ESFERICA  | DENSA          | MEDIO    | MUCHOS CUIDADOS  |
| CALICANTO    | LENTO       | 10.00 | MAS   | 1.00   | 2.00  | 1.00     | 2.00 | CADUCA            | ESFERICA  | DENSA          | SOLEADA  | FRAGANCIA AGRADABLE  |
| CEANOTO      | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 1.00   | 1.50  | 0.80     | 1.00 | PERENNE           | IRREGULAR | MEDIA          | SOLEADA  | FLORES PEQUEMAS EN GRANDES RACIMOS, TIERRA LIGERA Y BIEN DRENADA |
| JASMIN       | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 1.50   | 2.00  | 1.00     | 1.50 | PERENNE           | OVOIDAL   | DENSA          | SOLEADA  | HERMOSA FLORES MUY AROMATICAS, TIERRA LIGERA Y BIEN DRENADA      |
| HORTENCIA    | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 1.00   | 2.50  | 1.00     | 2.00 | CADUCA            | ESFERICA  | DENSA          | MEDIA    | DELICADA A HELADAS, FLOR AZUL O ROSADA                           |
| JASMIN       | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 1.00   | 2.00  | 1.00     | 3.00 | PERENNE           | IRREGULAR | MEDIA          | SOLEADA  | TREPADORAS, FORMA IRREGULAR, APOYADAS EN MURO, AGRADABLE PERFUME |
| LAUREL       | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 3.00   | 5.00  | 1.50     | 2.00 | PERENNE           | CONICA    | DENSA          | SOLEADA  |  |
| BAMBU        | RAPIDO      | 1.00  | 5.00  | 4.00   | 15.00 | 0.80     | 1.50 | PERENNE           | OVOIDAL   | DENSA          | SOLEADA  | SUELOS FRESCOS Y FERTILES  |
| ROSAL        | MEDIO       | 5.00  | 10.00 | 0.30   | 2.50  | 0.30     | 1.50 | CADUCA<br>PERENNE | IRREGULAR | MEDIA<br>DENSA | SOLEADA  | TIERRA ARENOSA CO ABONO ANIMAL, REQUIERE PODA PARA FLORACION     |
| TRUENO       | MEDIA       | 5.00  | 10.00 | 1.50   | 3.00  | 1.50     | 2.00 | PERENNE           | ESFERICA  | DENSA          | MEDIO    | SE ADAPTA ALA PODA, SUELOS RUSTICOS, SOPORTA ATMOSFERA CIUDADES  |

# PROPUESTA

Dentro de las alternativas de temas para tesis, se consideraron muy diversos como; Centros Socioculturales, Delegaciones Políticas, Hospitales, Escuelas, Unidades Habitacionales, entre otros. Sin embargo, existía un factor común en estos temas, la carencia del manejo de los elementos bioclimáticos, por lo que le dio un enfoque diferente al tema de una Unidad habitacional en la Delegación Xochimilco, modificándolo al diseño de vivienda con alternativas bioclimáticas, que es el tema de la presente tesis.



## GENERALIDADES

Los procesos para la definición de necesidades en unidades habitacionales y selección de técnicas apropiadas para la vivienda, requieren conocimientos de arquitectura e ingeniería, pero no se reducen a ellos, es necesario conocer más el medio ambiente y la organización social para tratar de predecir los efectos que la aplicación de dichas técnicas pueden dar lugar.

La visión "moderna" de la tecnología habitacional lleva implícita la idea de la universalidad; sin embargo, la mayoría de las veces no es apropiada su aplicación, ya que varían las condiciones dependiendo de los usuarios y las características de la localidad en que se aplica.

"La tecnología adecuada es un término que implica una visión particular de la sociedad y la tecnología. Sugiere que no es neutral, ni evoluciona en una dirección única. Reconoce que los distintos grupos culturales y geográficos tienen tecnologías diversas que son apropiadas a sus circunstancias y que la autodeterminación tecnológica es esencial para la identidad cultural y la independencia política"

Existe una tendencia general de identificar el concepto de tecnología con el uso de máquinas, siendo una solución "más técnica" en la medida que se utiliza más maquinaria. El cambio tecnológico requiere modificaciones y ajustes en la actividad profesional; se ha estimado por ejemplo, que la participación de arquitectos en los procesos convencionales de diseño y construcción de edificios no rebasa el 20% anualmente. En cuanto a planificación, la participación puede ser aun menor, sin embargo, los arquitectos e ingenieros crean de hecho prototipos, que sirven para construcciones no reguladas y así participan indirectamente en la configuración de la forma material del hábitat.

El sector público es, a través de las autoridades del gobierno central, quien decide sobre la naturaleza, calidad y cantidad de vivienda, infraestructura y servicios públicos. El hecho de que los factores determinantes de la tecnología habitacional de interés social y popular sean políticas y decisiones del gobierno central, puede explicar la poca importancia concedida a los efectos locales de la

producción de bienes y servicios habitacionales; debiendo apoyarse principalmente en una percepción adecuada de las necesidades habitacionales de la población.

La importancia de las consecuencias sociales, económicas, culturales y ambientales de la producción de bienes y servicios habitacionales, justifica ampliamente la racionalización y creación de sistemas tecnológicos adecuados.

En principio, las necesidades habitacionales son una consecuencia de las condiciones de vida de la población y, por lo tanto, sólo la comunidad puede expresarlas cabalmente. Estas necesidades no siempre son captadas del modo más adecuado a través de procesos de interacción política, que terminan en un paradigma oficial producto de la percepción política de la autoridades.

Normalmente, las autoridades políticas definen, en base a su percepción, estrategias de programas de vivienda y servicios, que se presentan en forma de demandas sobre la organización productiva, cuya capacidad de respuesta esta condicionada por los intereses de las empresas públicas y privadas. Para regular las acciones de vivienda y construcción en general, se han emitido leyes y reglamentos que cada vez contemplan más el aspecto ambiental, como son; la Ley de Planeación de Desarrollo del Distrito Federal, La Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y su Decreto Modificatorio del 23 de Febrero de 1999, los Programas de Desarrollo Urbano Generales, Delegacionales y Parciales emitidos en 1997, Normas de Ordenación y su Guía para su interpretación, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, y La Ley Ambiental del Distrito Federal, entre otros.

En una estrategia de racionalización de los procesos productivos, el conocimiento puede intervenir para identificar técnicas alternativas que provengan de la investigación, de información externa y del análisis de los sistemas productivos de bienes y servicios habitacionales. Las técnicas alternativas se "filtran" a través de criterios de selección previamente establecidos y dan lugar a tecnologías potencialmente apropiadas.

La evaluación del grado de satisfacción que los bienes y servicios habitacionales ofrecen a la población permite identificar en la realidad las técnicas apropiadas, este producto del proceso vuelve a entrar en espiral a través de los

criterios de selección , de modo que las tecnologías apropiadas pueden actualizarse periódicamente.

En la planificación urbana se deben considerar criterios de economía energética, medioambientales y el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales para equilibrar el diseño urbano con las variables climáticas, topográficas y territoriales de cada zona. El fenómeno urbano y su planificación es muy complejo y está sometido a influencias variadas; sociales, económicas, políticas, administrativas, jurídicas, etc.

Desde la Conferencia sobre Medio Ambiental en el año 1992, de la Organización de Naciones Unidas, el compromiso recogido por el informe de la Agencia para el siglo XXI, invitaba a implementar las medidas necesarias para una sustancial reducción de los niveles de contaminación. Este compromiso se ha materializado en numerosos proyectos y planes de desarrollo de asentamientos, cuyo objetivo principal es detener los procesos de continuo deterioro medioambiental, destacando cincuenta proyectos a nivel mundial, de los cuales dos son mexicanos; Programa 100 Ciudades y El Caso Cancún.

La ciudad puede entenderse como un ecosistema (comunidad de seres vivos), un medio físico que se va transformando por la actividad interna, y con un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información. Su principal particularidad reside en la explotación de los recursos naturales locales, regionales o nacionales, que provoca grandes recorridos para el transporte de agua, drenaje, combustibles, electricidad, alimentos, entre otros, provocando importantes desequilibrios ecológicos territoriales y afectando regiones fuera de la zona urbana.

La ciudad crea condiciones intrínsecas propias: ambientales, de paisaje, geomorfológicas, lumínicas, etc., independientemente de su entorno natural y supone una profunda alteración de las condiciones físicas y ambientales de un territorio. El calor emitido por el uso de combustibles y electricidad es mayor al emitido por el Sol, sobre todo en invierno, provocando trastornos climáticos locales conocidos como "inversión térmica". La conductividad de los materiales es varias veces superior a la del territorio en estado natural, agravando la disipación de calor; la enorme cantidad de superficies cubiertas modifican la escurrentía superficial de la aguas pluviales evitando la penetración de agua al subsuelo para recargas de acuíferos y aumentando el albedo y la radiación difusa.

Por lo anterior, es indispensable estudiar las relaciones entre el Medio Ambiente y el Medio Urbano, determinando, aislando y valorando las variables interactivas para cada caso, ya que de este conocimiento parte una adecuada solución que garantice el nivel de vida de los usuarios dentro de parámetros ambientales adecuados. El conocimiento de las condiciones locales de radiación, temperatura ambiente, humedad, vegetación, viento y geomorfología, permiten solucionar la estructura urbana, red vial, red de espacios libres, morfología de las manzanas y lotes, y condiciones de edificación apropiadas para cada localidad en especial. Recordando que una solución tiene el carácter de regional y que aplicada en otra parte diferente a la original puede agravar los problemas en lugar de resolverlos.

Con el adecuado manejo de las condiciones climatológicas mediante el diseño de la envolvente arquitectónica como regulador, es posible lograr las condiciones de confort necesarias. Para lo anterior, es necesario comprender que la sensación de confort varía con la ubicación, época del año y la actividad realizada. Así no es el mismo concepto de confort para un clima extremoso como el de la ciudad de Monterrey, N. L., 40°C en verano y -17°C en invierno, que el concepto a considerar para el Distrito Federal que tiene un clima templado semihúmedo. Por otro lado un mayor ritmo en la actividad considerada compensará las deficiencias de acondicionamiento térmico.

Los análisis climatológicos que la concepción bioclimática requiere deben ser de orden combinatorio y no elemental, porque todos los elementos climatológicos actúan simultáneamente sobre el edificio, bajo un régimen variable, cuyos parámetros activos varían durante el día y por estaciones siguiendo aproximadamente la figura de una senoide.

Como una guía presentamos a continuación el resumen de influencias ambientales a escala urbana de Esther Higuera, que incluyo en su tesis doctoral "Urbanismo bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos"

| Variable              | Factores                                      | Condicionantes de diseño                                     | Influencias en la planificación   |
|-----------------------|---|--|---|
| Sol y radiación solar | Numero horas de Sol                           | asoleamiento   | Diseño urbano   |
|                       | Angulo máximo de obstrucción solar            | Orientación arco SE - SW                                     | Altura de edificaciones y ancho de calles según orientaciones<br>Usos del suelo |
|                       | Orientaciones planta                          | Verano - invierno  | Orientación óptima de red vial y edificaciones                                  |
|                       | Sombras arrojadas y recibidas                 | Invierno - verano, mañana - tarde                            | Condiciona ubicación locales y los usos de la vegetación                        |
|                       | Radiación difusa                              | Albedo del suelo<br>Número de días nublados                  | Condiciona los usos del suelo y acabados superficiales                          |
|                       | Localización favorable a la radiación directa | Latitud, abrigadas del viento, fondo de valle, ladera al sur |   |
| Vegetación            | Mejorar condiciones microclima                | Especie, densidad, tipo hoja                                 | Control radiación solar directa verano-invierno                                 |
|                       | Radiación solar                               | Especie, densidad, tipo hoja y orientación sombra            | Determina zonas abrigadas y expuestas para usos urbanos                         |
|                       | Control viento y erosión                      | Especie, densidad, tipo hoja y distribución                  | Mejorar las condiciones del microclima y el bienestar de la población           |
|                       | Control del ruido                             | Especie, densidad, tipo hoja y distribución                  |   |
|                       | Control contaminación y calidad del aire      | Función clorofilica, densidad y tipo de hojas (abrigaño)     |   |

| Variable       | Factores                             | Condicionantes de diseño   | Influencias en la planificación  |
|----------------|--------------------------------------|--|--|
| Viento         | Régimen general de vientos           | Montaña - valle, brisas  | Orientación trama urbana, usos del suelo, localización zonas abrigadas para la red de espacios libres  |
|                | Régimen local de vientos             | Invierno-verano, montaña-valle                                     |  |
|                | Elementos que modifican la velocidad | Obstáculos naturales y/o urbanos                                   | Elección de acabados superficiales   |
|                |                                      | Altitud  |  |
|                | Acabado superficial                  | Situación o eliminación de barreras naturales y/o artificiales     |  |
| Agua y humedad | Humedad relativa ambiental           | Invierno-verano  | Localización de zonas verdes y espacios libres, usos del suelo, aptitud para plantar vegetación, selección de acabados superficiales urbanos |
|                | Balance hídrico                      | Precipitación, potencial, evapotranspiración                       | Control del microclima urbano para mejorar las condiciones de confort  |
|                | Elementos que favorecen la humedad   | Vegetación, aguas superficiales, subterráneas, superficie, soporte | aguas escurrentía permeabilidad  |

| Variable      | Factores          | Condicionantes de diseño   | Influencias en la planificación   |
|---------------|-------------------|--|---|
| Geomorfología | Topografía        | Pendiente, relieve   | Determina la escurrentía superficial y condiciona los usos de suelo                                       |
|               | Posición relativa | Protegida, media ladera, expuesta  | Control de temperatura y vientos, modifica la radiación directa, condiciona usos del suelo y crecimientos |
|               | Obstrucciones     | Naturales, urbanas   | Altera radiación solar y condiciona usos  |
|               | Soporte           | Capacidad portante, albedo, permeabilidad, porosidad, erosión, solubilidad | Condiciona los usos del territorio y crecimientos urbanos   |

FACTOR DE USO DEL SUELO  
EDIFICIOS CON EJE NORTE-SUR O ESTE-OESTE

| DIMENSIONES EDIFICIO |        |        | SEPARACION |        | AREAS    |           | FACTOR |        |      |
|----------------------|--------|--------|------------|--------|----------|-----------|--------|--------|------|
| E-O                  | N-S    | ALTURA | E-O        | N-S    | EDIFICIO | UTILIZADA | PISO   | No NIV | USO  |
| 1.00                 | 1.00   | 1.00   | 1.52       | 1.74   | 1.00     | 6.89      | 6.89   |        |      |
| 5.00                 | 5.00   | 5.00   | 7.58       | 8.70   | 25.00    | 172.31    | 6.89   | 2      | 3.45 |
| 10.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 100.00   | 689.25    | 6.89   | 4      | 1.72 |
| 10.00                | 20.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 200.00   | 1,360.24  | 6.80   | 4      | 1.70 |
| 10.00                | 30.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 300.00   | 1,723.94  | 5.75   | 4      | 1.44 |
| 10.00                | 40.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 400.00   | 2,087.64  | 5.22   | 4      | 1.30 |
| 10.00                | 50.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 500.00   | 2,451.34  | 4.90   | 4      | 1.23 |
| 10.00                | 60.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 600.00   | 2,815.04  | 4.69   | 4      | 1.17 |
| 10.00                | 70.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 700.00   | 3,178.74  | 4.54   | 4      | 1.14 |
| 10.00                | 80.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 800.00   | 3,542.44  | 4.43   | 4      | 1.11 |
| 10.00                | 90.00  | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 900.00   | 3,906.14  | 4.34   | 4      | 1.09 |
| 10.00                | 100.00 | 10.00  | 26.37      | 17.40  | 1,000.00 | 4,269.84  | 4.27   | 4      | 1.07 |
| 20.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 200.00   | 963.25    | 4.82   | 4      | 1.20 |
| 30.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 300.00   | 1,237.25  | 4.12   | 4      | 1.03 |
| 40.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 400.00   | 1,511.25  | 3.78   | 4      | 0.94 |
| 50.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 500.00   | 1,785.25  | 3.57   | 4      | 0.89 |
| 60.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 600.00   | 2,059.25  | 3.43   | 4      | 0.86 |
| 70.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 700.00   | 2,333.25  | 3.33   | 4      | 0.83 |
| 80.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 800.00   | 2,607.25  | 3.26   | 4      | 0.81 |
| 90.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 900.00   | 2,881.25  | 3.20   | 4      | 0.80 |
| 100.00               | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 1,000.00 | 3,155.25  | 3.16   | 4      | 0.79 |
| 10.00                | 10.00  | 5.00   | 13.19      | 8.70   | 100.00   | 433.56    | 4.34   | 2      | 2.17 |
| 10.00                | 10.00  | 10.00  | 15.16      | 17.40  | 100.00   | 689.25    | 6.89   | 4      | 1.72 |
| 10.00                | 10.00  | 20.00  | 15.16      | 34.80  | 100.00   | 1,126.95  | 11.27  | 8      | 1.41 |
| 10.00                | 10.00  | 30.00  | 15.16      | 52.20  | 100.00   | 1,564.65  | 15.65  | 12     | 1.30 |
| 10.00                | 10.00  | 40.00  | 15.16      | 69.60  | 100.00   | 2,002.35  | 20.02  | 16     | 1.25 |
| 10.00                | 10.00  | 50.00  | 15.16      | 87.00  | 100.00   | 2,440.05  | 24.40  | 20     | 1.22 |
| 10.00                | 10.00  | 60.00  | 15.16      | 104.40 | 100.00   | 2,877.75  | 28.78  | 24     | 1.20 |
| 10.00                | 10.00  | 70.00  | 15.16      | 121.80 | 100.00   | 3,315.45  | 33.15  | 28     | 1.18 |
| 20.00                | 20.00  | 20.00  | 30.31      | 34.80  | 400.00   | 2,757.01  | 6.89   | 8      | 0.86 |
| 30.00                | 30.00  | 30.00  | 45.47      | 52.20  | 900.00   | 6,203.27  | 6.89   | 12     | 0.57 |
| 40.00                | 40.00  | 40.00  | 60.62      | 69.60  | 1,600.00 | 11,028.03 | 6.89   | 16     | 0.43 |
| 50.00                | 50.00  | 50.00  | 75.78      | 87.00  | 2,500.00 | 17,231.29 | 6.89   | 20     | 0.34 |
| 11.05                | 37.80  | 10.80  | 28.48      | 18.79  | 417.69   | 2,237.06  | 5.36   | 4      | 1.34 |
| 37.80                | 11.05  | 10.80  | 16.75      | 18.79  | 417.69   | 1,627.78  | 3.90   | 4      | 0.97 |
| 11.05                | 37.80  | 16.20  | 42.72      | 28.19  | 417.69   | 3,548.14  | 8.49   | 6      | 1.42 |
| 37.80                | 11.05  | 16.20  | 16.75      | 28.19  | 417.69   | 2,140.29  | 5.12   | 6      | 0.85 |

FACTOR N-S

1.74 FACTOR E-O

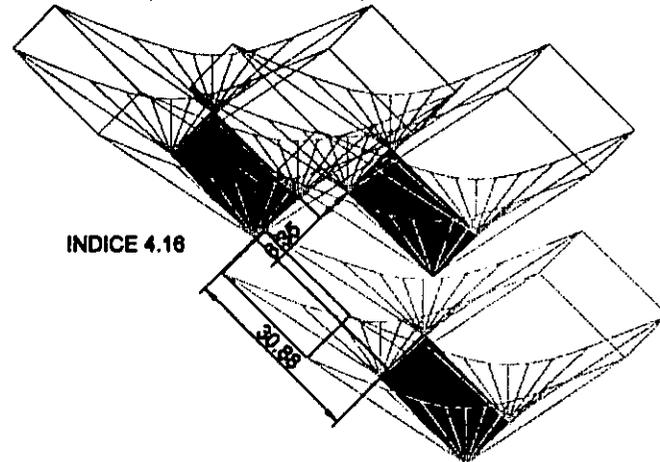
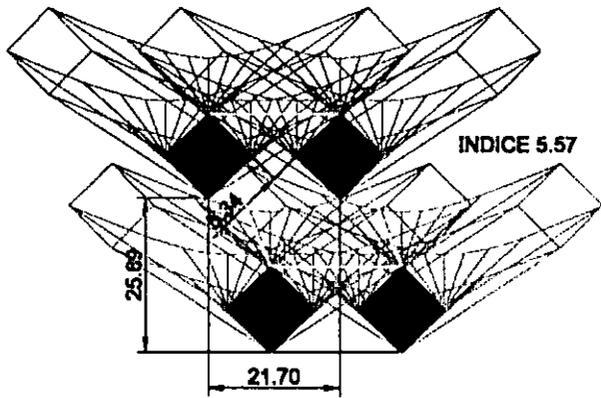
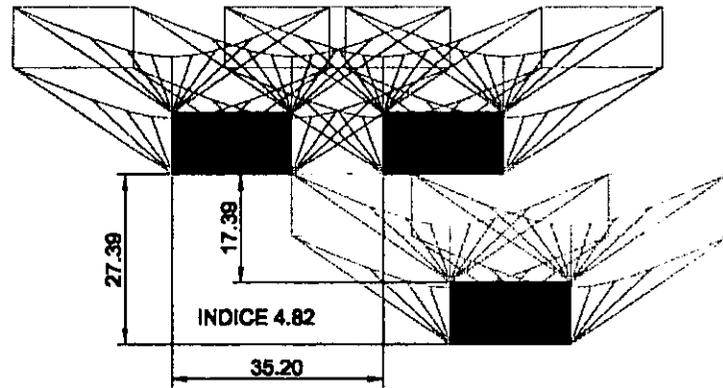
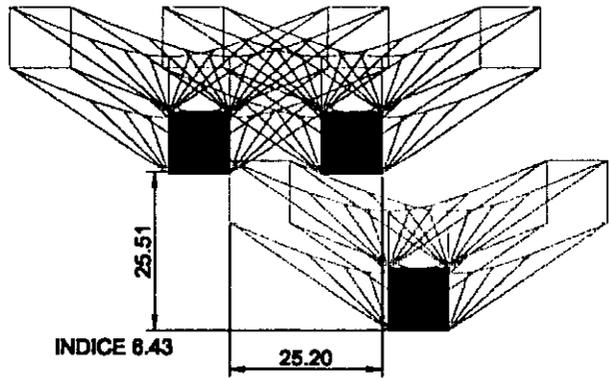
1.516 FACTOR E-O

2.637

M < N-S

M > N-S

En el caso de la radiación solar es importante considerar, de acuerdo a la época del año, las horas de Sol necesarias, y así determinar las condiciones de asoleamiento, marcando las alturas y la separación de las construcciones, así como su posición, orientación, sombras arrojadas y recibidas, radiación directa y difusa, albedo y uso de vegetación, entre otros. Para el Distrito Federal con una latitud media de 19° 24' la separación entre construcciones se puede determinar de acuerdo a la tabla y los esquemas siguientes:



## DESCRIPCION DEL PROYECTO

La unidad habitacional propuesta se desarrolló en un terreno de 8-30-25.77 hectáreas, conocido como potrero San Bernadino localizado en la calle San Bernadino s/n casi esquina con la Av. México - Xochimilco en la Delegación Xochimilco. Tiene un relieve regular casi plano y por su ubicación cuenta con los servicios e infraestructura necesarios.

El predio tienen un uso del suelo para servicios y habitacional SH/2/30, que aplicando la Norma de Ordenación 26 de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano cuyo tema es "Para impulsar y facilitar la construcción de vivienda de interés social y popular en Suelo Urbano" nos permite pasar del límite de construcción de 2 a 4 niveles.

Después de analizar el asoleamiento diario y estacional durante el año de cada orientación principal y secundaria para una latitud 19° 16' norte, se deduce que las orientaciones comprendidas en el arco formado por el sudeste y el sudoeste tienen el mejor equilibrio de radiación solar en relación a las temperaturas. Por lo que se considera el eje térmico SO-NE y NW-SE, en cuyos extremos existe una mayor uniformidad y al sur una variación compensa las diferencias térmicas; por lo que se considera que son adecuadas como alternativas para el diseño de esta unidad habitacional.

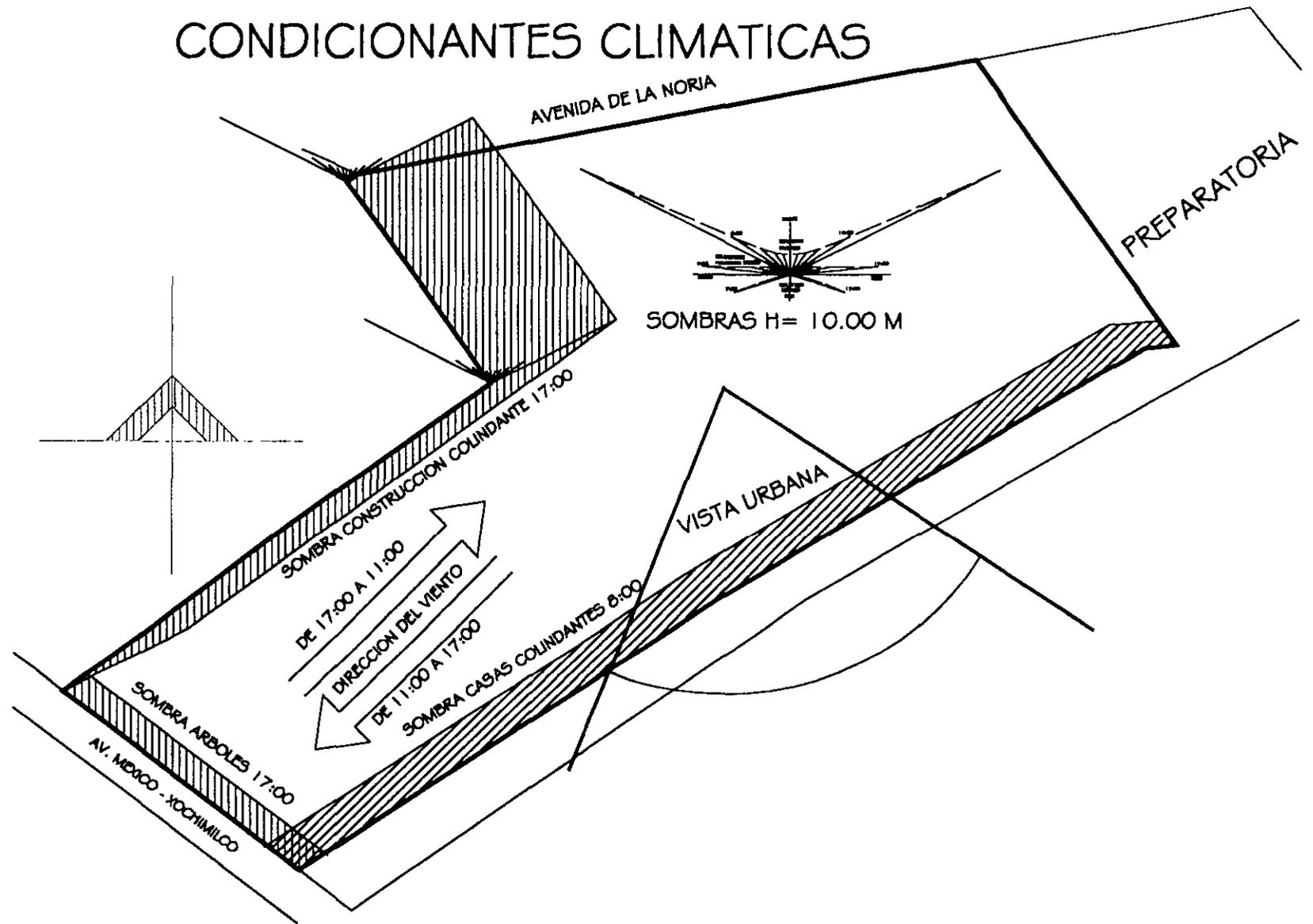
El estudio gráfico de asoleamiento en invierno, nos muestra que la densidad ideal para otorgar el "Derecho al Sol" a cada vivienda es de 250 habitantes por hectárea máximo, cifra que han manejado hace tiempo los grupos ecologistas. Es notable la particularidad de que este factor no se ve modificado al desarrollar vivienda unifamiliar o multifamiliar, ya que se establece una relación directa: a mayor altura de las edificaciones mayor distancia entre ellas.

De acuerdo a este criterio se propone la distribución de la vivienda en cuatro células de agrupamiento con seis edificios de 18 departamentos cada uno, y una célula al final del terreno con cuatro edificios, lo que nos da un total de 288 departamentos. Cada célula tiene los espacios abiertos requeridos, que pueden utilizarse para recreación, tiene próximo un local de comercio al menudeo, islas de estacionamiento, área para recolección de basura y tanque elevado para agua potable.

En el análisis de las circulaciones y accesos se dio prioridad al peatón separando las circulaciones peatonales de las vehiculares, además las calles y estacionamientos están cubiertas con adocreto, incluyendo zonas de empedrado para control de velocidad y protección de los pasos peatonales por las calles, se proponen estos materiales para facilitar la penetración al subsuelo de las lluvias para recarga de acuíferos.

En la zona norte del terreno se propone ubicar las áreas de donación que marcan los reglamentos, tales como: una guardería, jardín de niños y escuela primaria.

# CONDICIONANTES CLIMATICAS



En lo referente al diseño de la vivienda en particular y de acuerdo a los requerimientos ambientales de cada espacio, aún con el concepto tradicional como base, se trató de resolver la vivienda en un sólo nivel. Los resultados eran deficientes, ya que los espacios habitables requerían una orientación SE-SO, lo cual nos producía fachadas muy alargadas y grandes circulaciones interiores, dificultando la regularidad térmica y el funcionamiento de la vivienda.

Por el desarrollo de varias alternativas se llegó a la conclusión de que el único camino viable era la modificación radical del concepto tradicional de solución de vivienda, utilizando un criterio abierto de solución, el cual evidenció una tendencia a dos niveles de la vivienda para evitar el alargamiento de las fachadas y de las circulaciones, empleando un local de doble altura de comunicación espacial con funcionamiento múltiple como espacio termorregulador "central" que permite el control de las variaciones térmicas y estacionales, este enfoque es el fundamento teórico de este proyecto. Se propuso reforzarlo con espacios colchón o amortiguadores hacia el intervalo NE - NO aislando los efectos de estas orientaciones, sin que se vean afectados por ser espacios de servicios: baño, cocina, patio y escaleras.

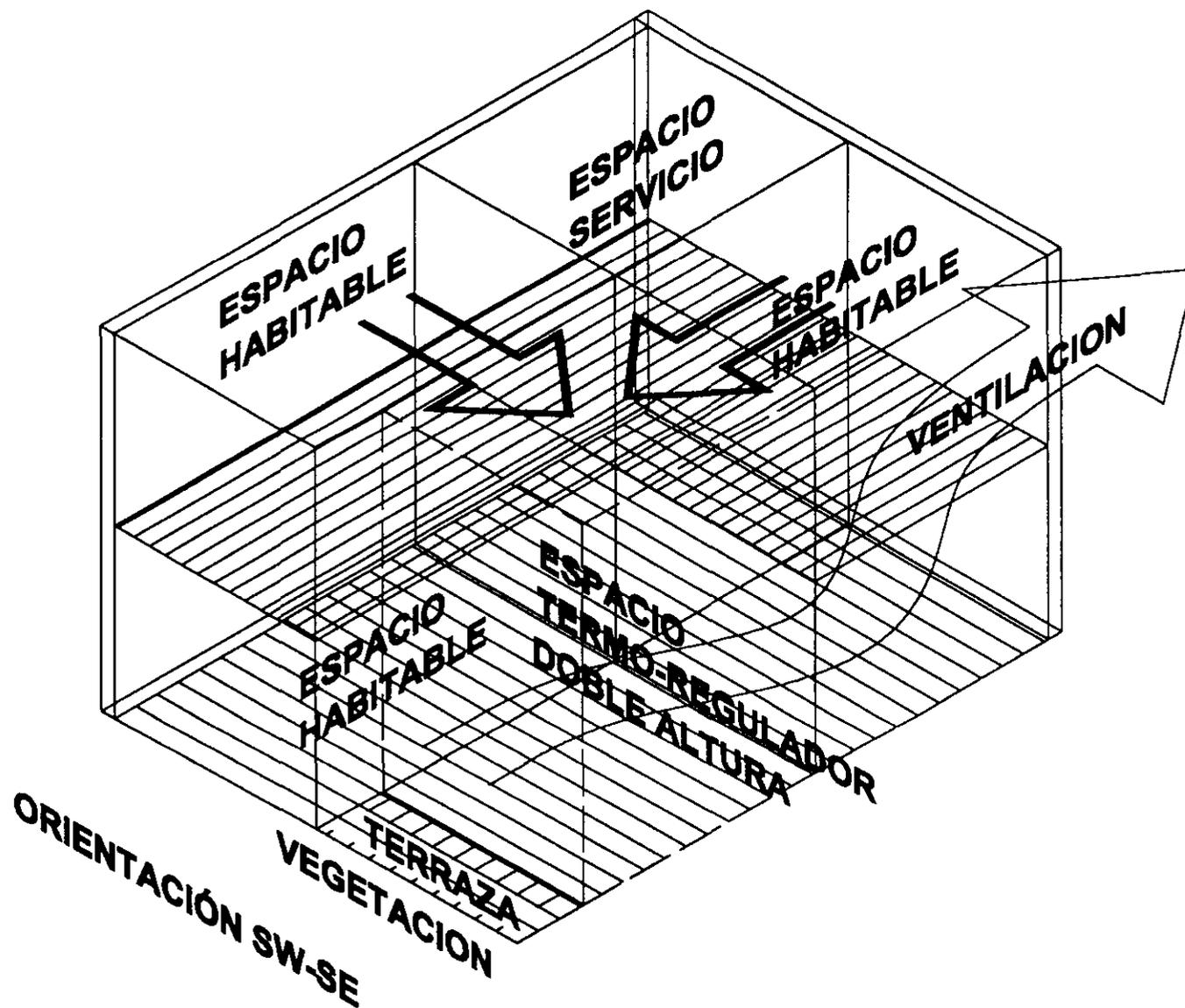
Este espacio termorregulador "central" con su doble altura aporta una homogeneidad térmica, lumínica y espacial, reforzado con elementos de vegetación, diferencia eólica por descompensación de áreas de ventana y apantallamiento de acuerdo a la orientación y a la estación nos permite el control adecuado de la variaciones climatológicas. Tiene la particularidad de modificar la concepción espacial reducida que se tiene de la vivienda de interés social y popular al interaccionar los diferentes locales, siguiendo la concepción del cuarto redondo, que es habitual en muchas de las familias mexicanas, y ofrecer una vista al exterior por una terraza con vegetación.

Sin embargo, el proponer una vivienda determinada solar o común, no asegura su eficacia, ya que es necesario que el usuario se comprometa en su funcionamiento modificando los parámetros de valoración térmica y ajustando los controles físicos según la estación del año. Esta comprobado que los requerimientos térmicos de las personas tienen mucho de subjetivo, interviniendo en su valoración condiciones de sensaciones creadas artificialmente. Es posible la utilización de un rango de 15°C a 25° C según la estación del año, sin que las actividades de los usuarios se vean afectadas.

## TABLA DE CONDICIONANTES LOCALES

| Elemento    | Magnitud     | Descripción  | Comentario   | Req.        | Diferencia   | Observaciones   |
|-------------|--------------|--|--|-------------|--------------|---|
| Clima       | C(wi)(w)b(i) | Templado subhúmedo moderado, verano fresco y lluvioso, invierno seco no riguroso, oscilación TMM 14°C, TMA 15.5 °C, marcada oscilación diaria de temperatura en época seca | Relativamente benigno se siente calor al exponerse directo a la radiación solar y fresco a la sombra |             |              |   |
| Temperatura | 32°C - 7°C   | Máxima y mínima extrema mes más cálido (mayo)  | Máxima oscilación entre extremas de 25°C, oscilación media 13.8 °C en 24 hrs                         | 24°C a 20°C | +8°C a -13°C | Reducir temperatura con evaporación y ventilación, evitar penetración solar y calentamiento muros |
|             | 24°C - 0°C   | Máxima y mínima extrema mes más frío (diciembre)   |  |             |              |   |
|             | 28°C - 4°C   | Máxima y mínima extrema (marzo)  |  | 21°C a 17°C | +3°C a -17°C | Propiciar ganancia térmica radiación solar, disminuir ventilación al mínimo durante la noche      |
|             | 26°C - 7°C   | Máxima y mínima extrema (julio a octubre)  |  |             |              |   |
| Humedad     | 58 %         | Relativa media anual   | Humedad relativa media anual elevada   | 50%         | 8%           | Propiciar humidificación en invierno  |
|             | 48%-64%      | Variación  |  |             |              |   |

| Elemento        | Magnitud                 | Descripción  | Comentario   | Req                                 | Diferencia       | Observaciones  |               |                |  |
|-----------------|--------------------------|--|--|-------------------------------------|------------------|--|---------------|----------------|--|
| Radiación solar | 440 Kw/m <sup>2</sup>    | Intensidad media anual día                                   | Valor máximo mensual en Marzo, mínimo en Septiembre, por la contaminación tiende la radiación a ser mayormente difusa          | 120                                 |                  | Es importante la orientación de la vivienda en el arco SE-SW y propiciar la ganancia térmica por radiación solar en invierno           |               |                |  |
|                 | 5.12 Cal/cm <sup>2</sup> | Porcentaje anual de la intensidad disponible                 |  |                                     |                  |  |               |                |  |
|                 | 61%                      | Insolación total anual                                       |  |                                     |                  |  |               |                |  |
|                 | 2,660 hrs                | Insolación mayor (mayo)                                      |  |                                     |                  |  |               |                |  |
|                 | 265.40 hrs               | Insolación menor (septiembre)                                |  |                                     |                  |  |               |                |  |
|                 | 155.27 hrs               | Insolación media mensual                                     |  |                                     |                  |  |               |                |  |
| 221,71 hrs      | Angulo mínimo Invierno   | 60   | Iluminación natural  | Verificar de acuerdo a las ventanas |                  |  |               |                |  |
| 70.73 °         | Angulo máximo Invierno   | 240  |  |                                     |                  |  |               |                |  |
| 94.144°         |                          | luxes  |  |                                     |                  |  |               |                |  |
| Viento          | 2.1 m/seg                | Velocidad media  | Vientos moderados que cambian de sentido durante el día por el calentamiento de las laderas de los montes próximos             | 6 cambio /hr                        | Recámaras y sala | Cruzada, inducir la ventilación por diferencias térmicas o de sección  |               |                |  |
|                 | SW-NE                    | Dirección  |  |                                     |                  |  |               |                |  |
|                 | Sur-Norte                | Sentido 17:00 a 10:00 hrs                                    |  |                                     |                  |  | 10 cambio /hr | Cocina y baños | Proteger fachadas hacia el norte en invierno, utilizar vanos reducidos |
|                 | Norte-Sur                | Sentido 10:00 a 17:00 hrs                                    |  |                                     |                  |  |               |                |  |
| Geomorfología   | Plano                    | Relieve del terreno, se presenta montes al sudoeste a 500 m. | Terreno sensiblemente plano de uso agrícola anterior, con reducida capacidad portante y nivel freático a 2.00 m de profundidad |                                     |                  | Utilizar arboles para control del ruido hacia av. México-Xochimilco y en la colindancia norte para control del viento y barrera visual |               |                |  |
|                 | arboleda                 | Eucaliptos (5-12m altura) sobre Av México-Xochimilco         |  |                                     |                  |  |               |                |  |

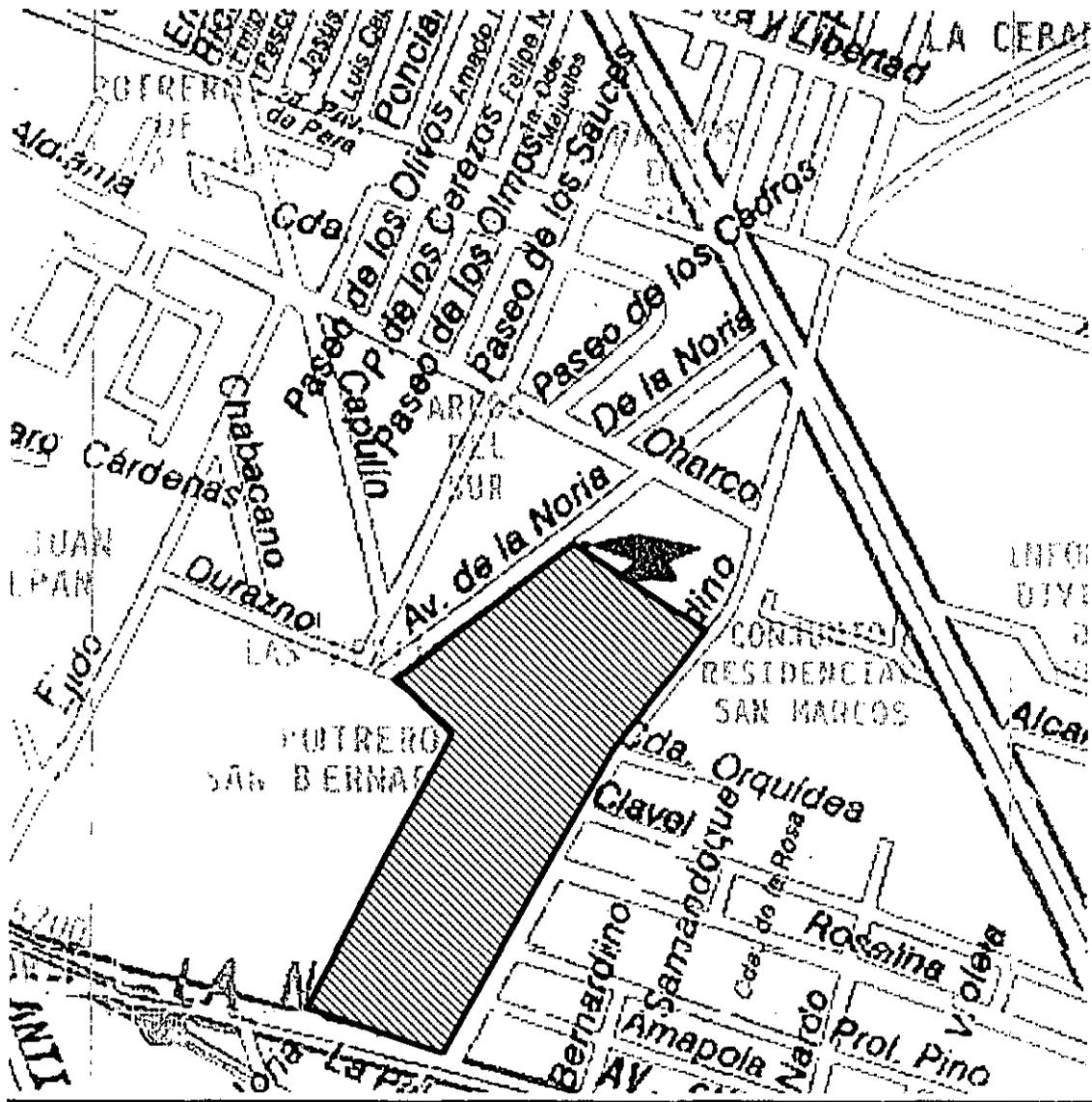


Esquema del funcionamiento de la vivienda

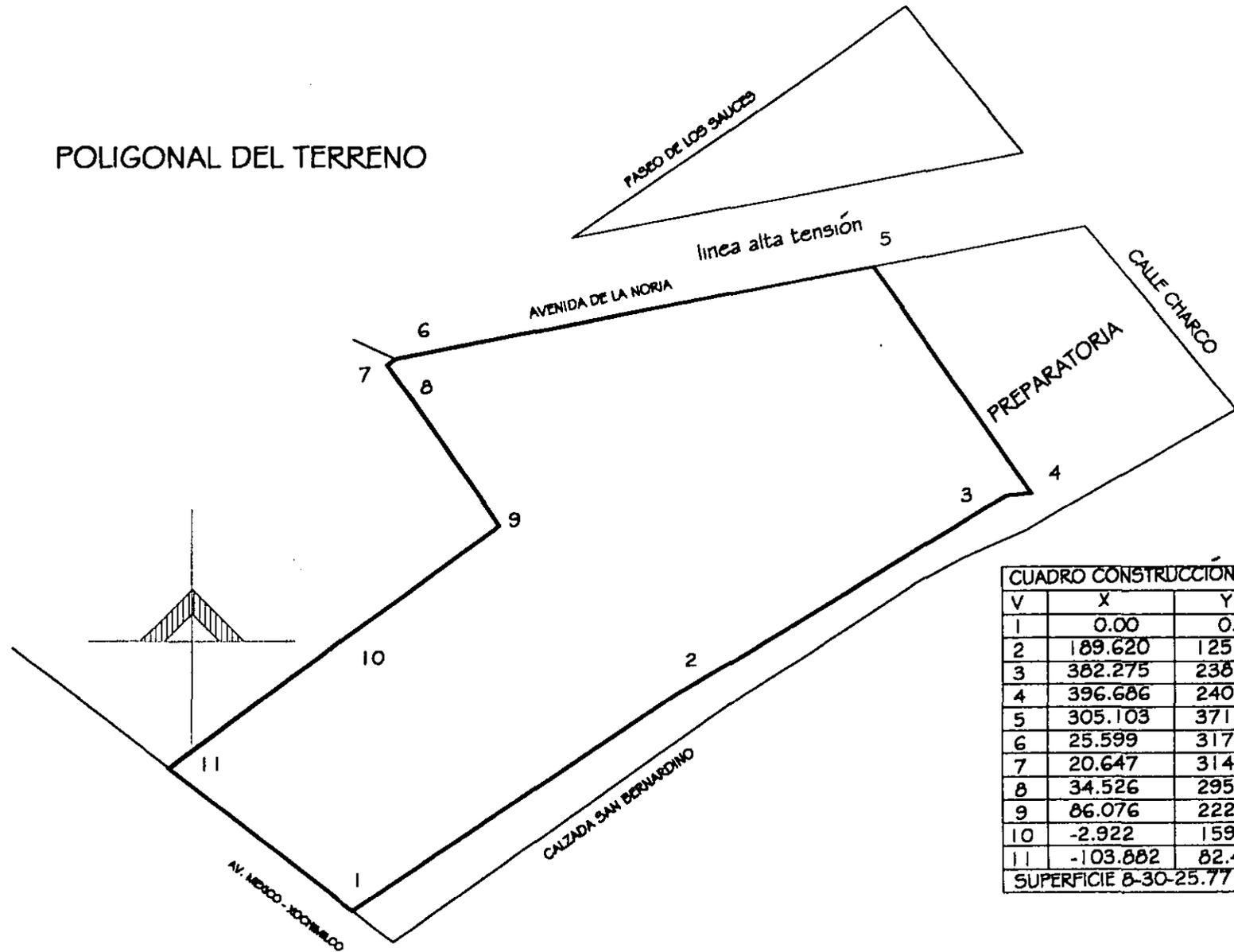
## SUPERFICIES

|                                     |           |         |
|-------------------------------------|-----------|---------|
| AREA TOTAL DEL PROYECTO             | 83,025.77 | M2      |
| POBLACION TOTAL                     | 2,016     | HAB     |
| 288 DEPTOS A-2 X 7 HAB/DEPTO =      | 2,016     |         |
| TOTAL DE VIVIENDAS                  | 288       | DEPTOS. |
| DENSIDAD                            | 243       | HAB/HA. |
| REQUERIMIENTOS MINIMOS              |           |         |
| DONACION 10 % AREA TOTAL            | 8,302.50  | M2      |
| GUARDERIA 1.2 M2 / VIV > 300        | 345.60    | M2      |
| JARDIN PARA NIÑOS 2.0 M2 /VIV > 150 | 576.00    | M2      |
| PRIMARIA 7.0 M2 /VIV > 300          | 2,016.00  | M2      |
| SALUD 0.1 M2 /VIV                   | 28.80     | M2      |
| COMERCIO 1.2 M2 /VIV                | 345.60    | M2      |
| AREAS VERDES 3 M2/ HABITANTE        | 6,048.00  | M2      |

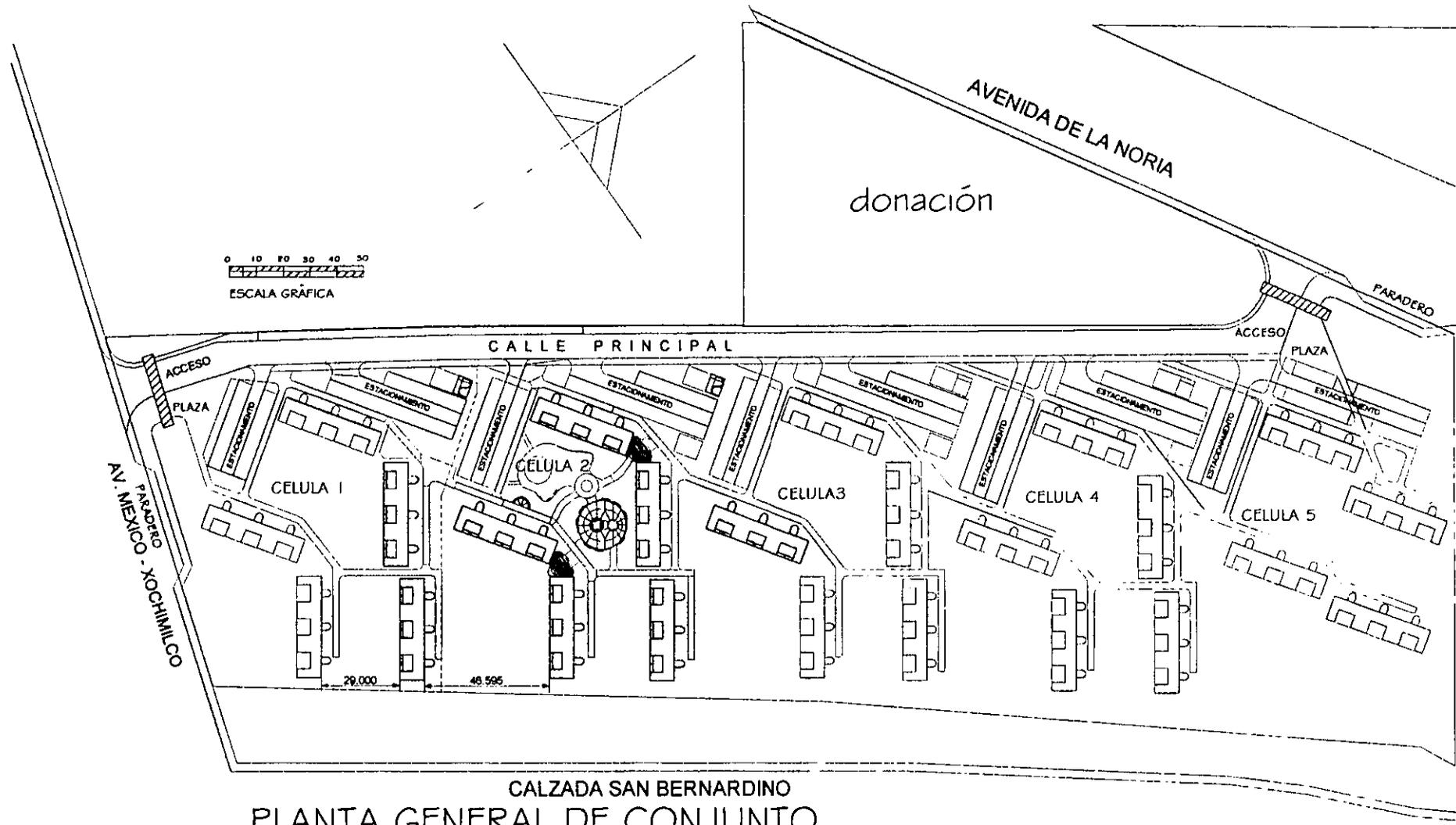
LOCALIZACIÓN DEL PREDIO



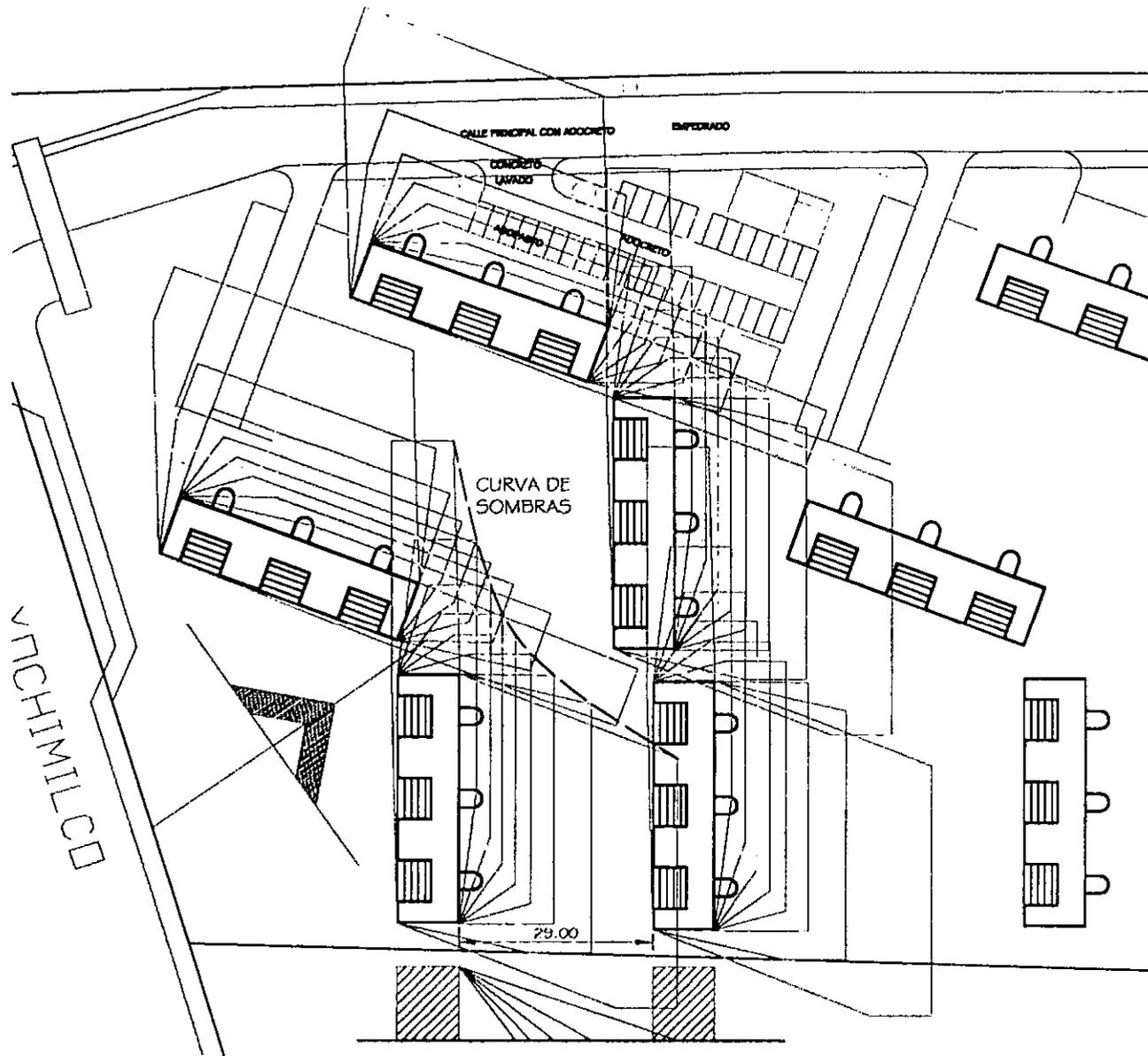
POLIGONAL DEL TERRENO



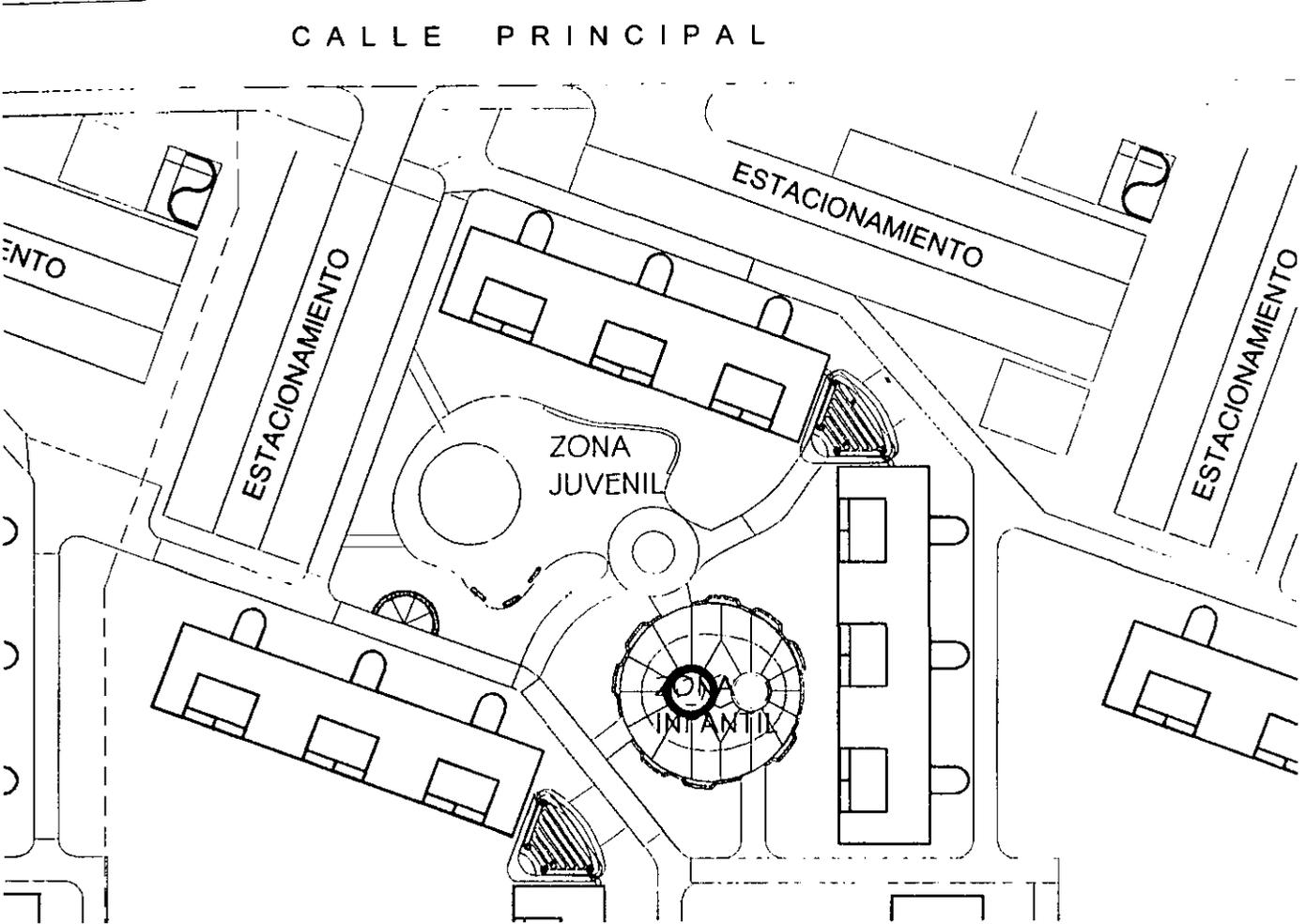
| CUADRO CONSTRUCCIÓN   |          |         |
|-----------------------|----------|---------|
| V                     | X        | Y       |
| 1                     | 0.00     | 0.00    |
| 2                     | 189.620  | 125.384 |
| 3                     | 382.275  | 238.901 |
| 4                     | 396.686  | 240.331 |
| 5                     | 305.103  | 371.125 |
| 6                     | 25.599   | 317.975 |
| 7                     | 20.647   | 314.586 |
| 8                     | 34.526   | 295.622 |
| 9                     | 86.076   | 222.003 |
| 10                    | -2.922   | 159.686 |
| 11                    | -103.882 | 82.469  |
| SUPERFICIE 8-30-25.77 |          |         |



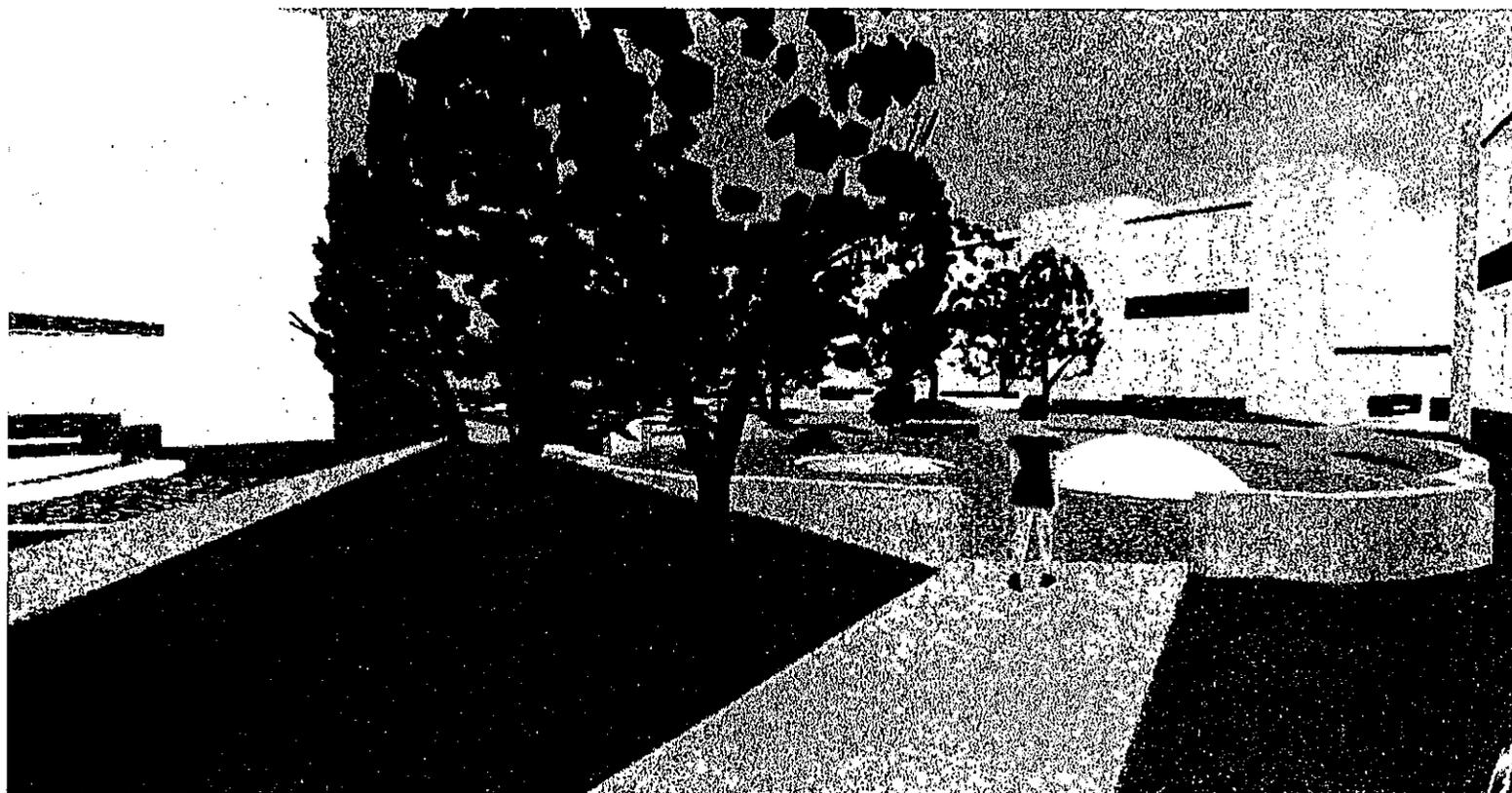
CALZADA SAN BERNARDINO  
 PLANTA GENERAL DE CONJUNTO



ESQUEMA  
SOMBRAS  
CELULA



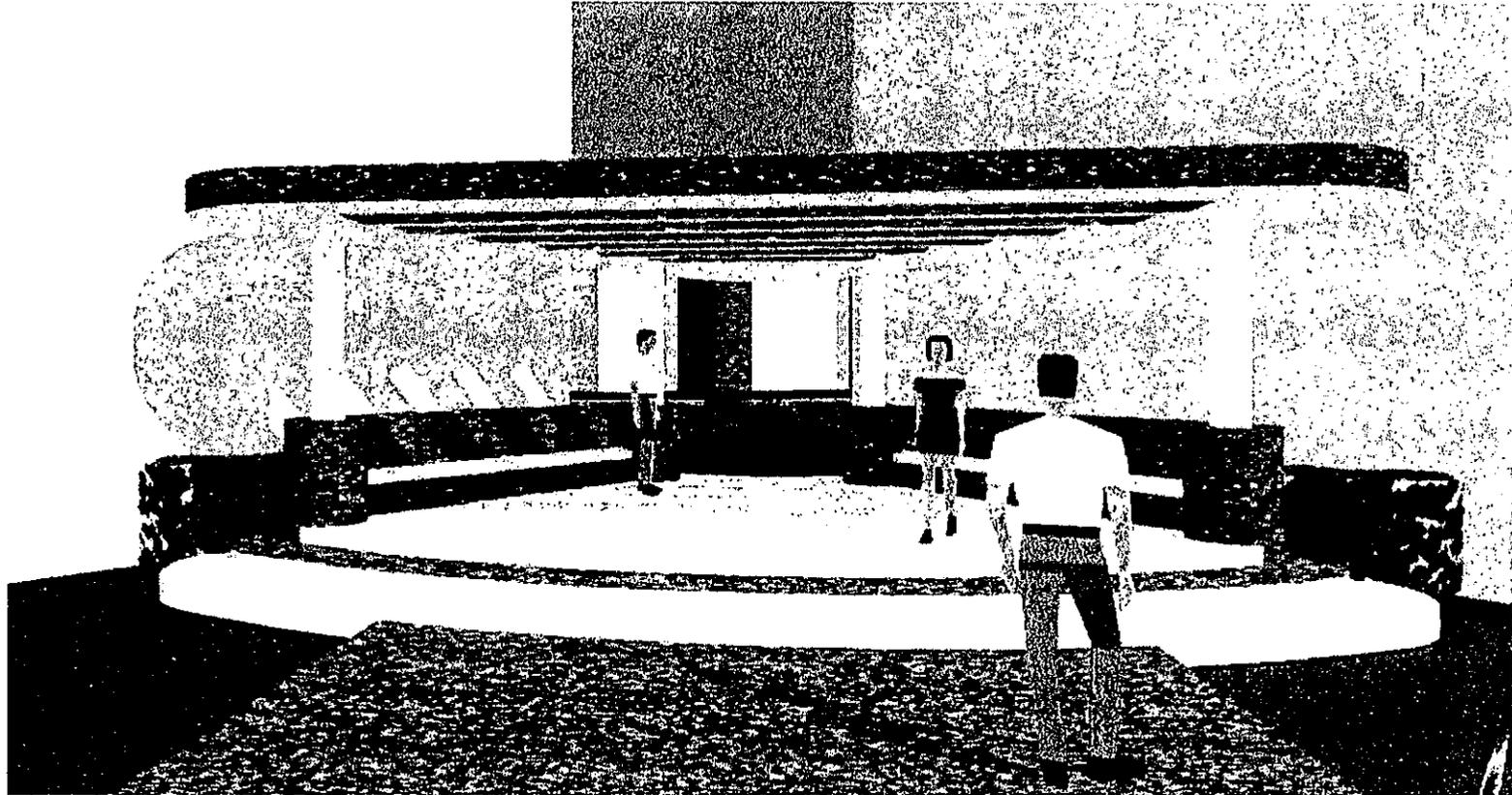
VISTA DE LA ZONA DE CONVIVENCIA INFANTIL



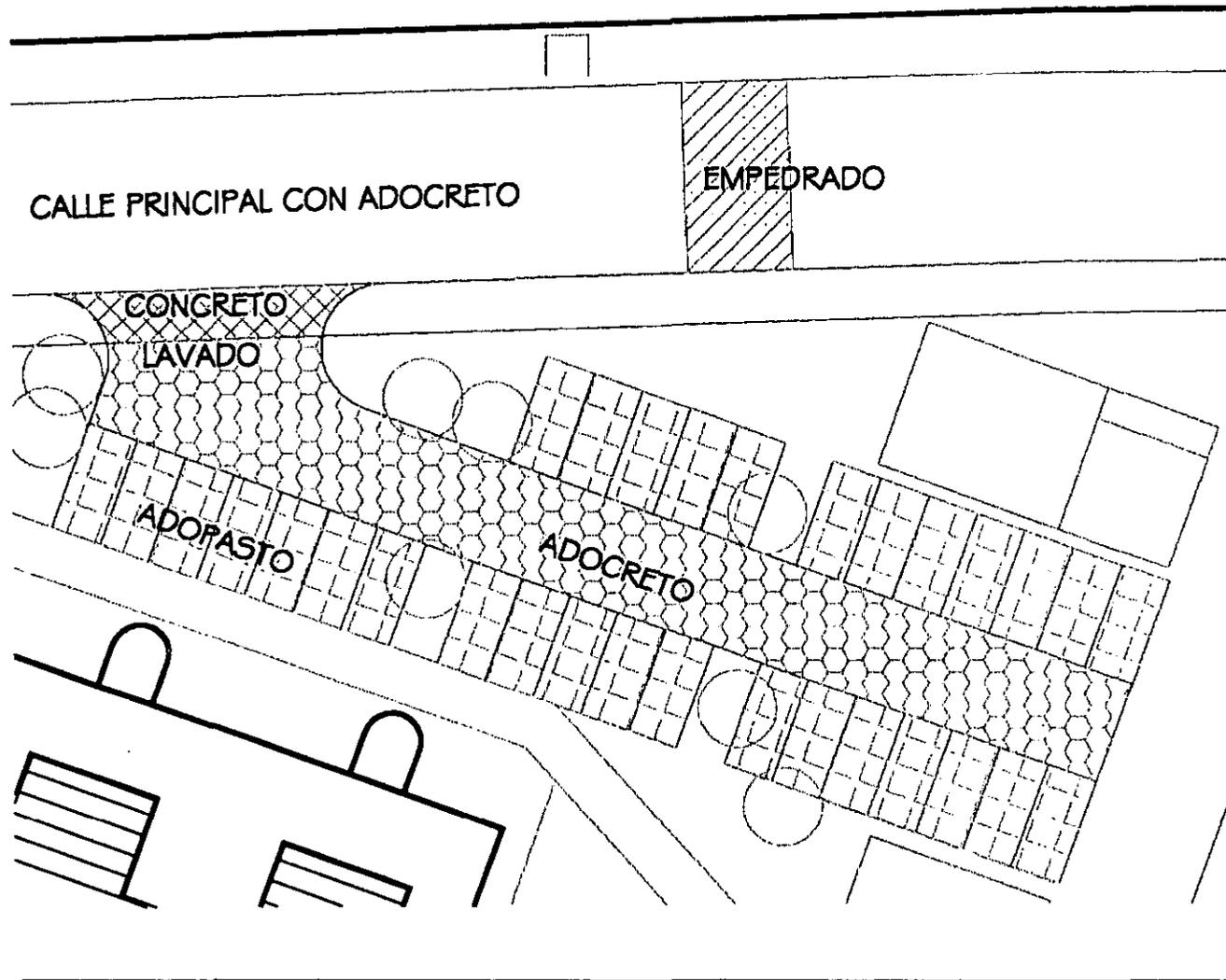
VISTA DE LA ZONA DE CONVIVENCIA JUVENIL

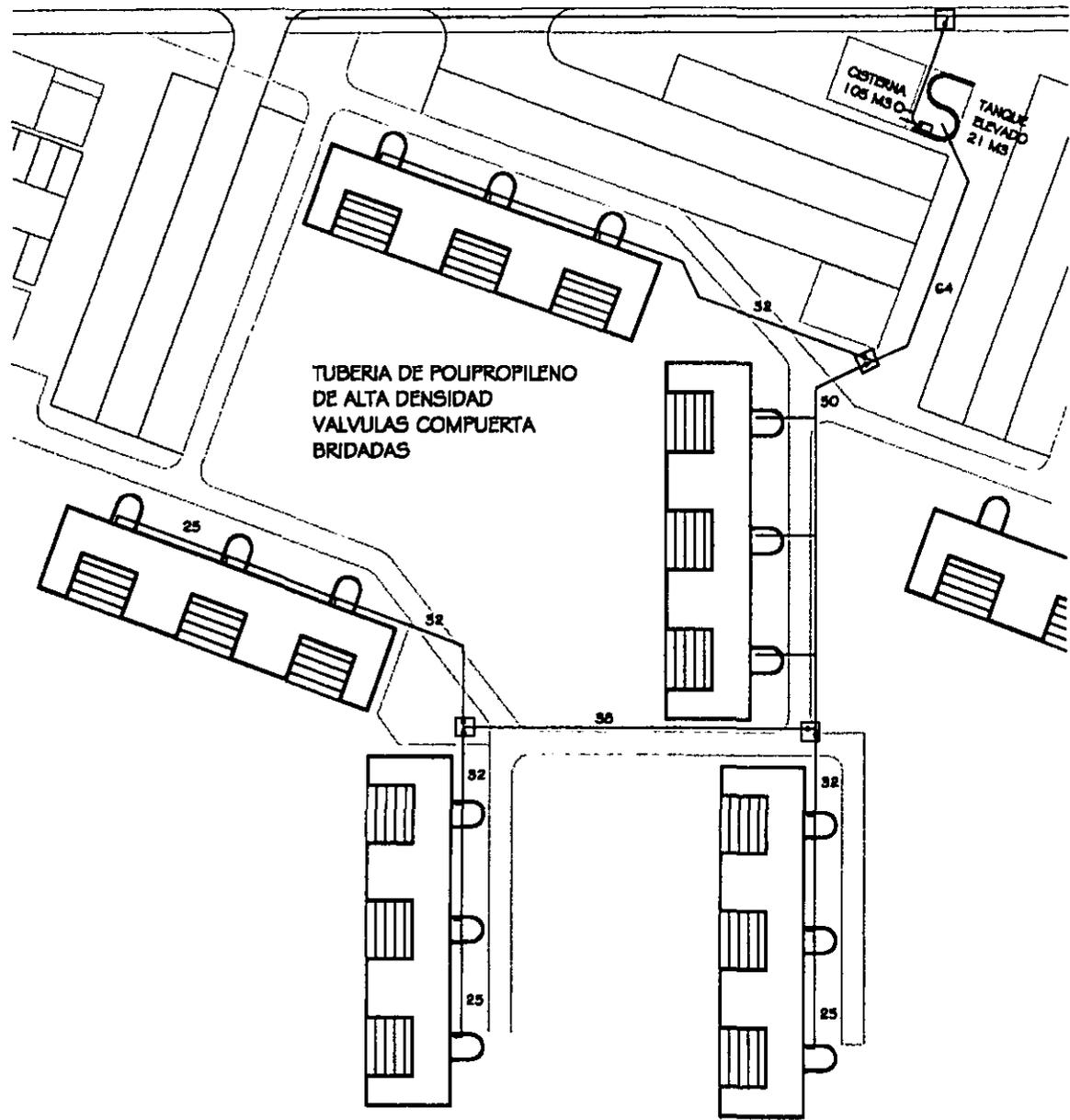


VISTA DE LA PERGOLA COMO ESPACIO ARTICULADOR



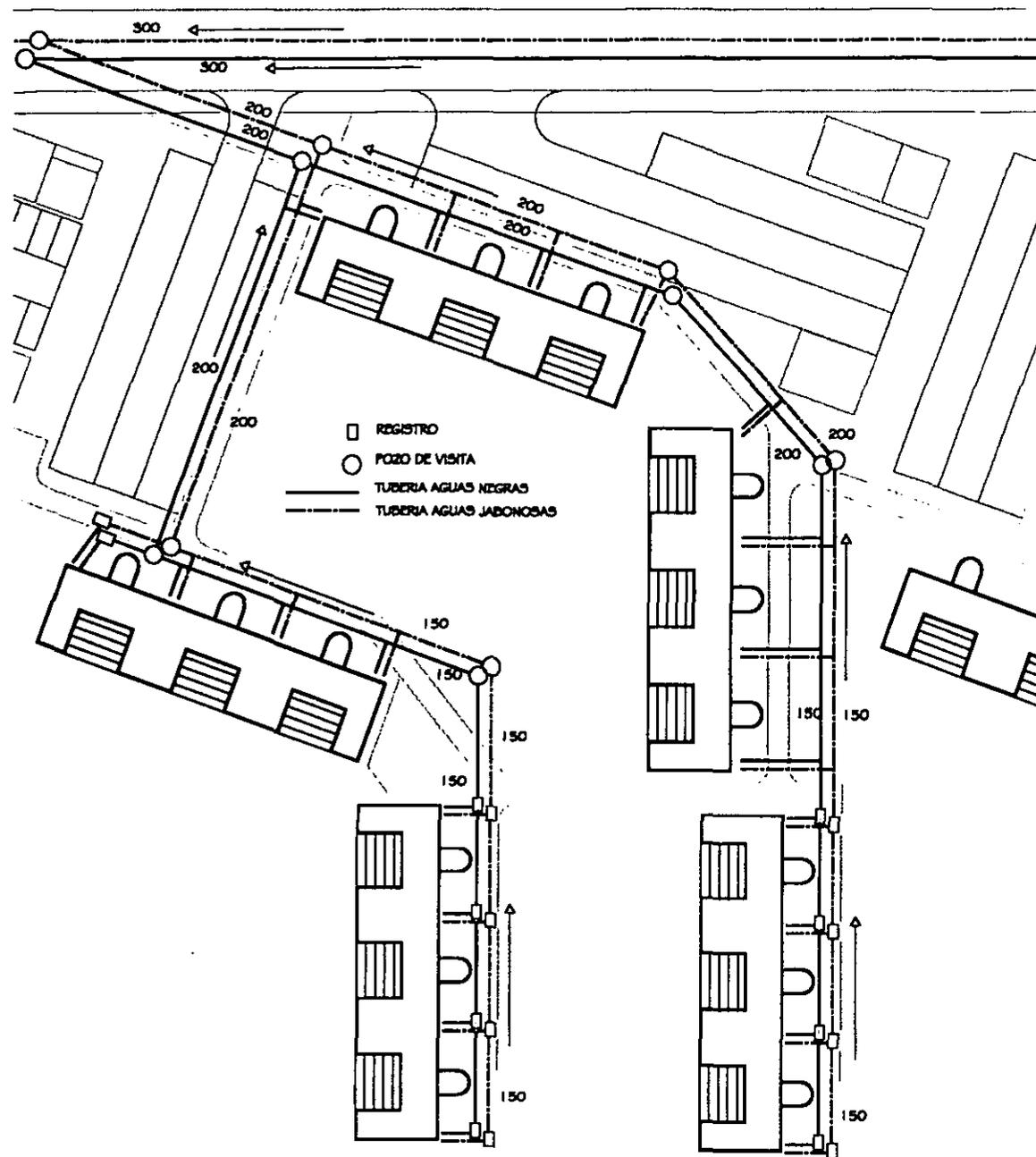
PROPUESTA DE ACABADOS EN AREAS EXTERIORES

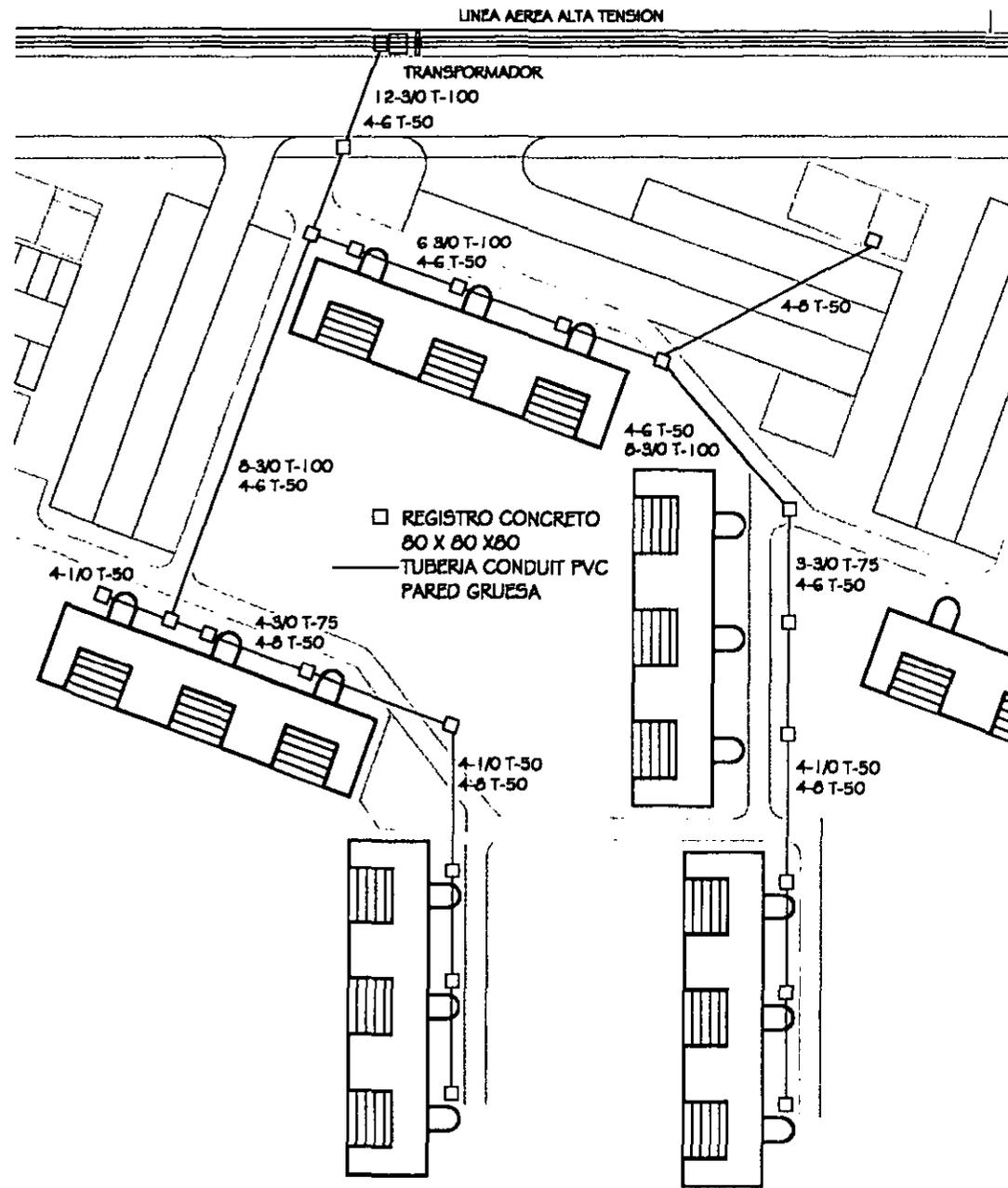




CRITERIO PARA LA  
RED DE  
AGUA POTABLE

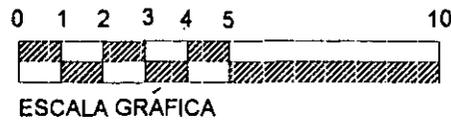
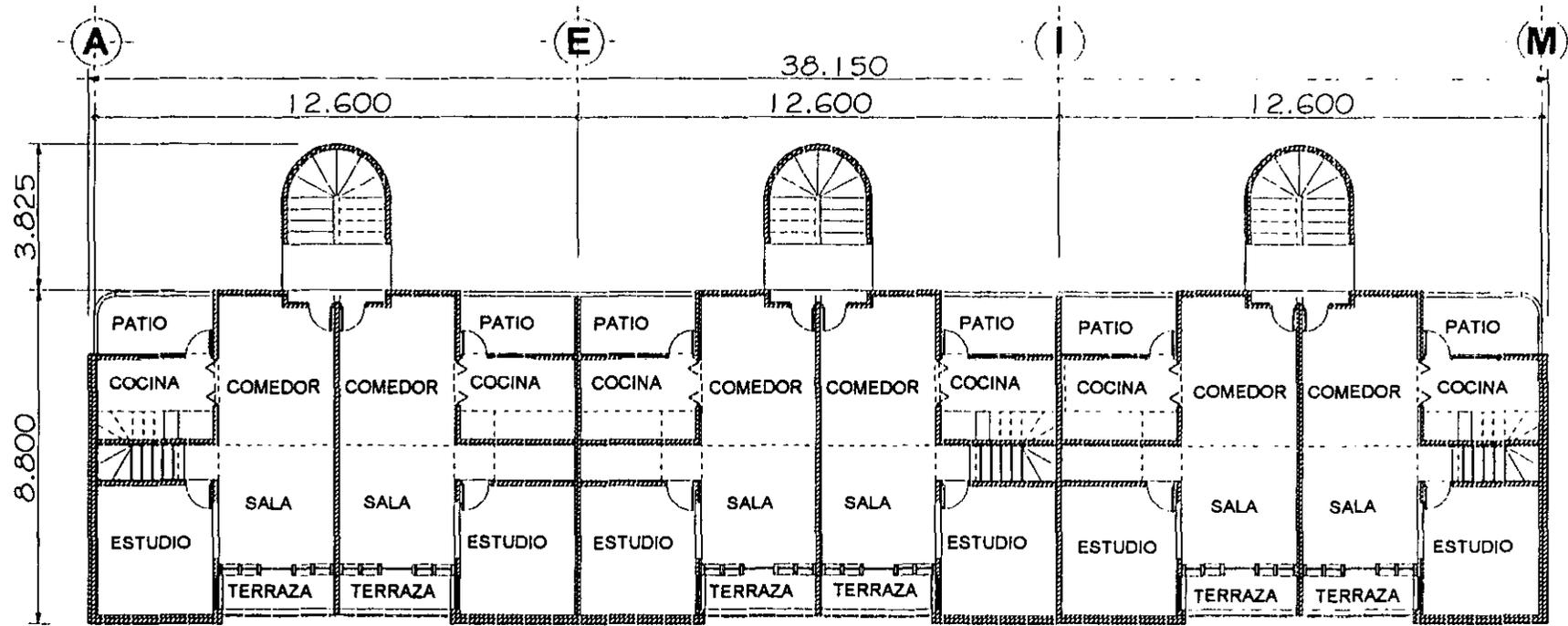
CRITERIO PARA LA  
RED DE  
DRENAJE



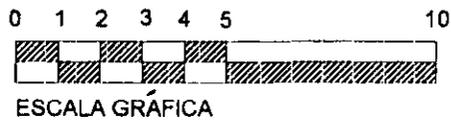
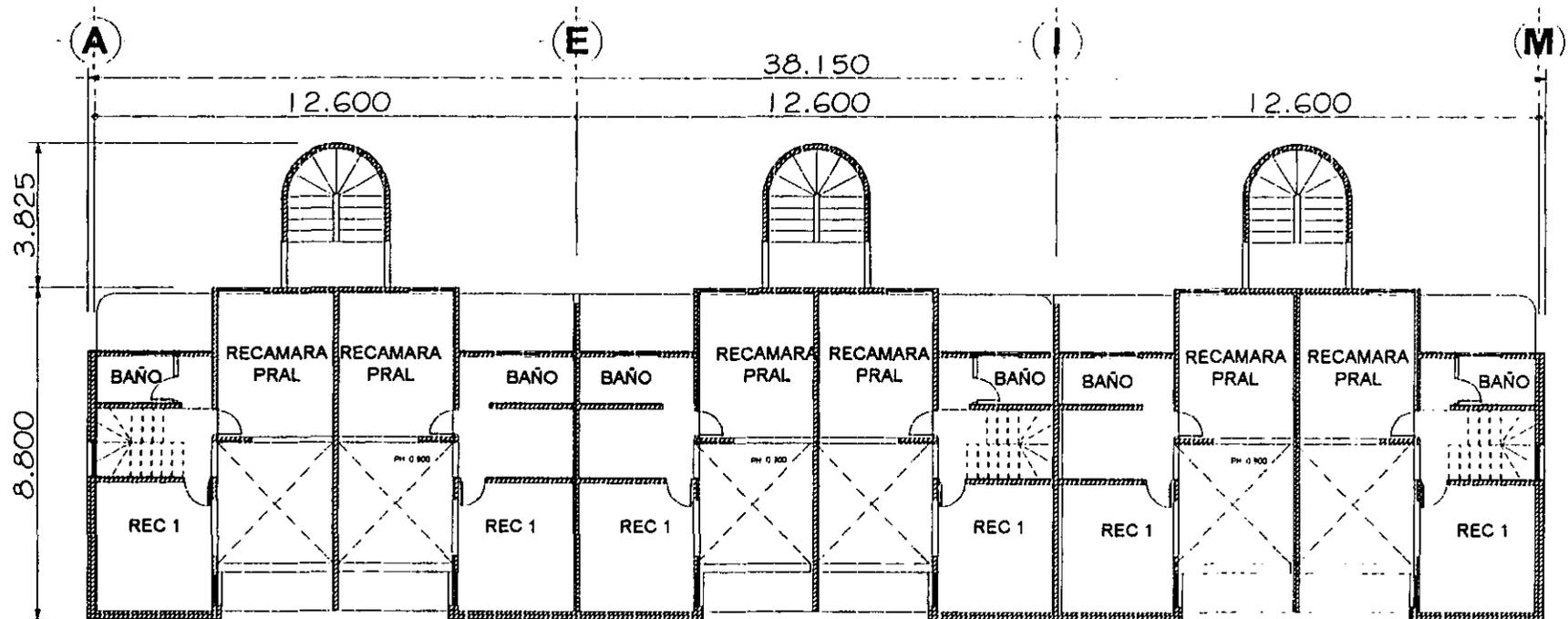


CRITERIO PARA LA  
RED DE  
ENERGIA ELECTRICA

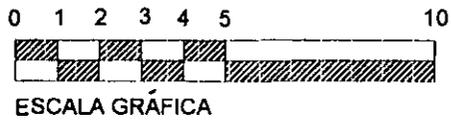
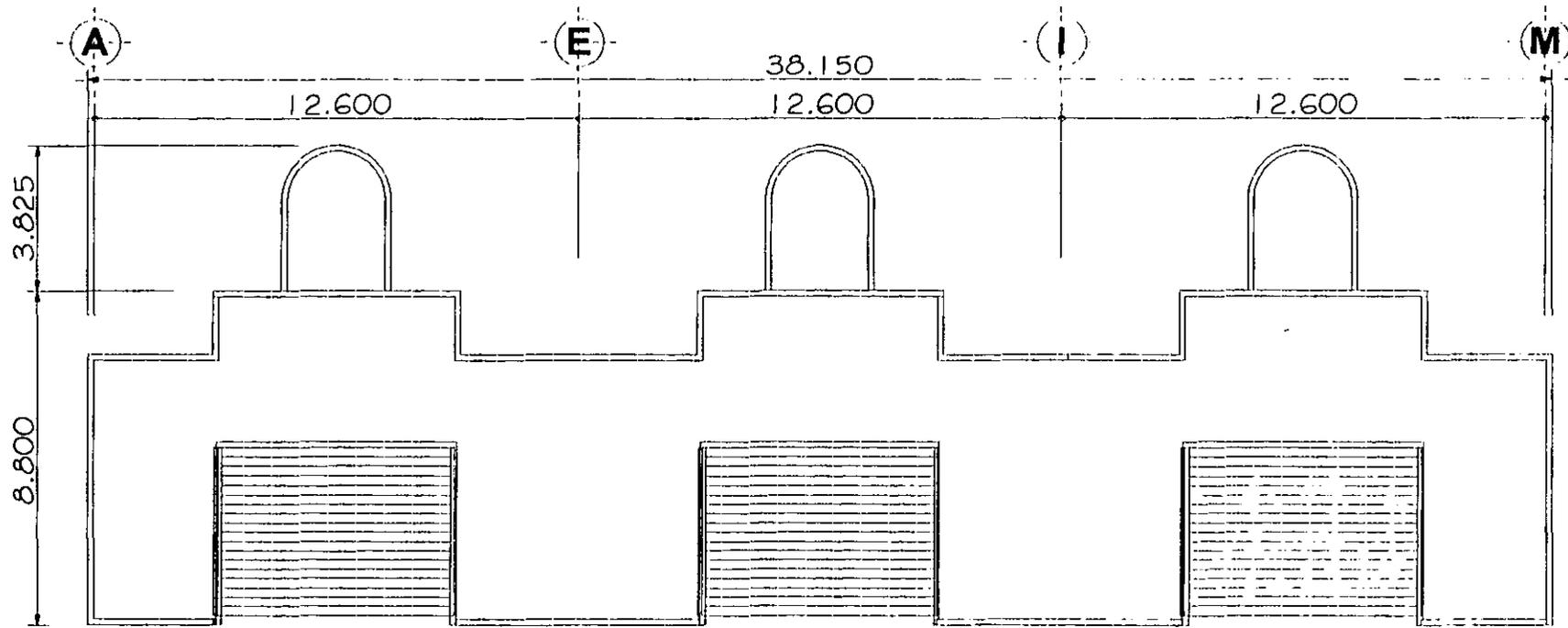
# PLANTA BAJA EDIFICIO TIPO



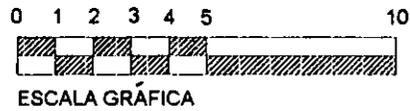
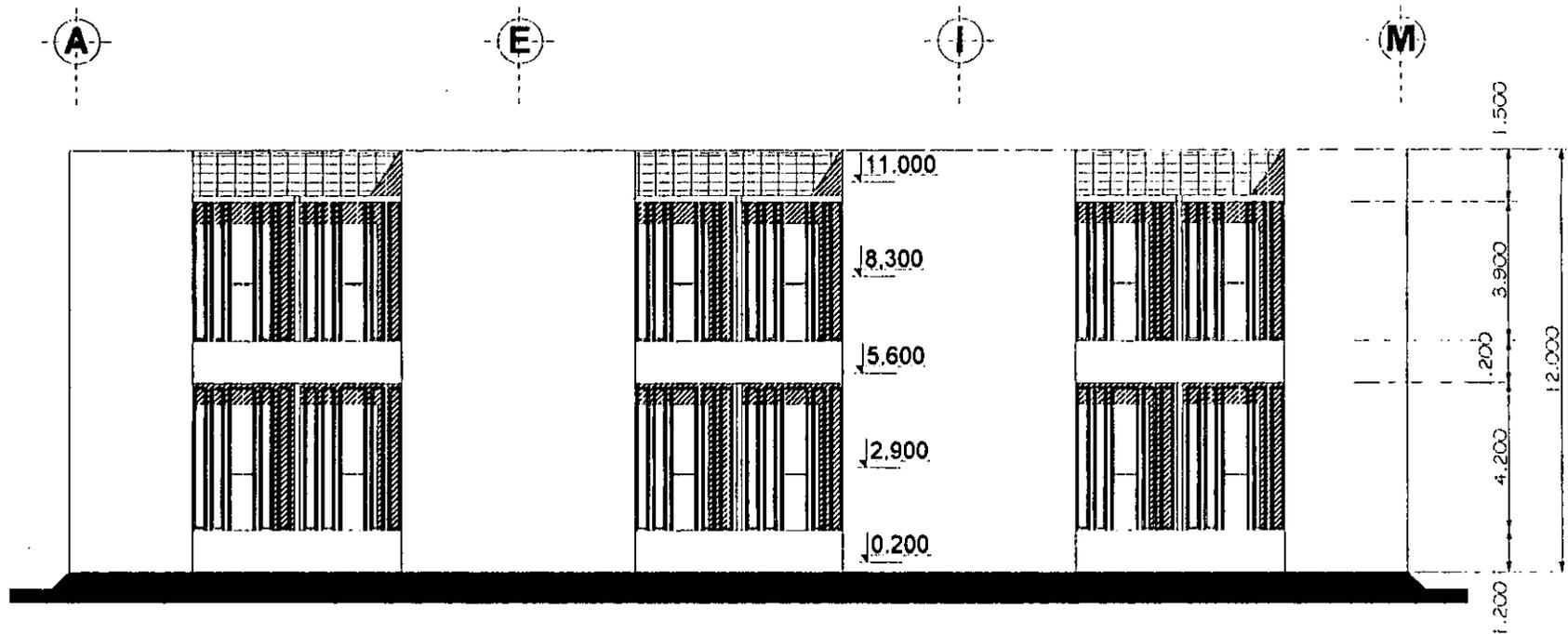
# PLANTA PRIMER NIVEL EDIFICIO TIPO



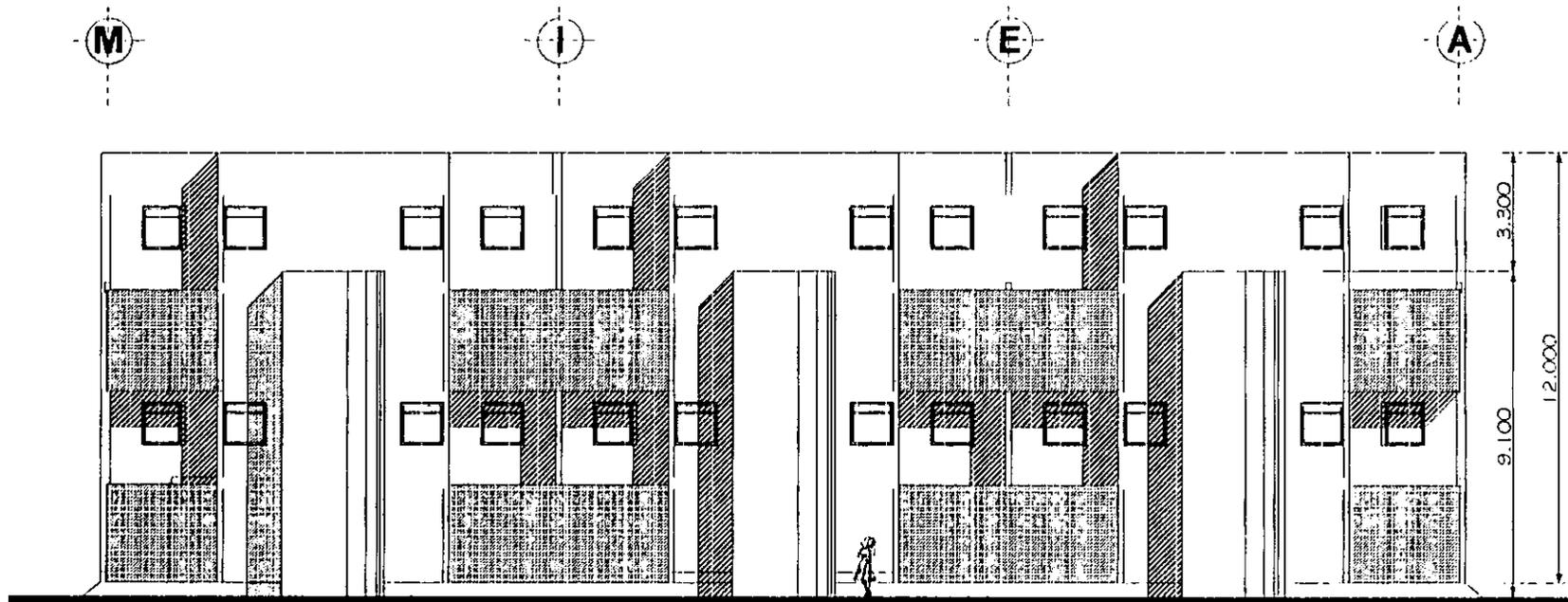
# PLANTA AZOTEA EDIFICIO TIPO



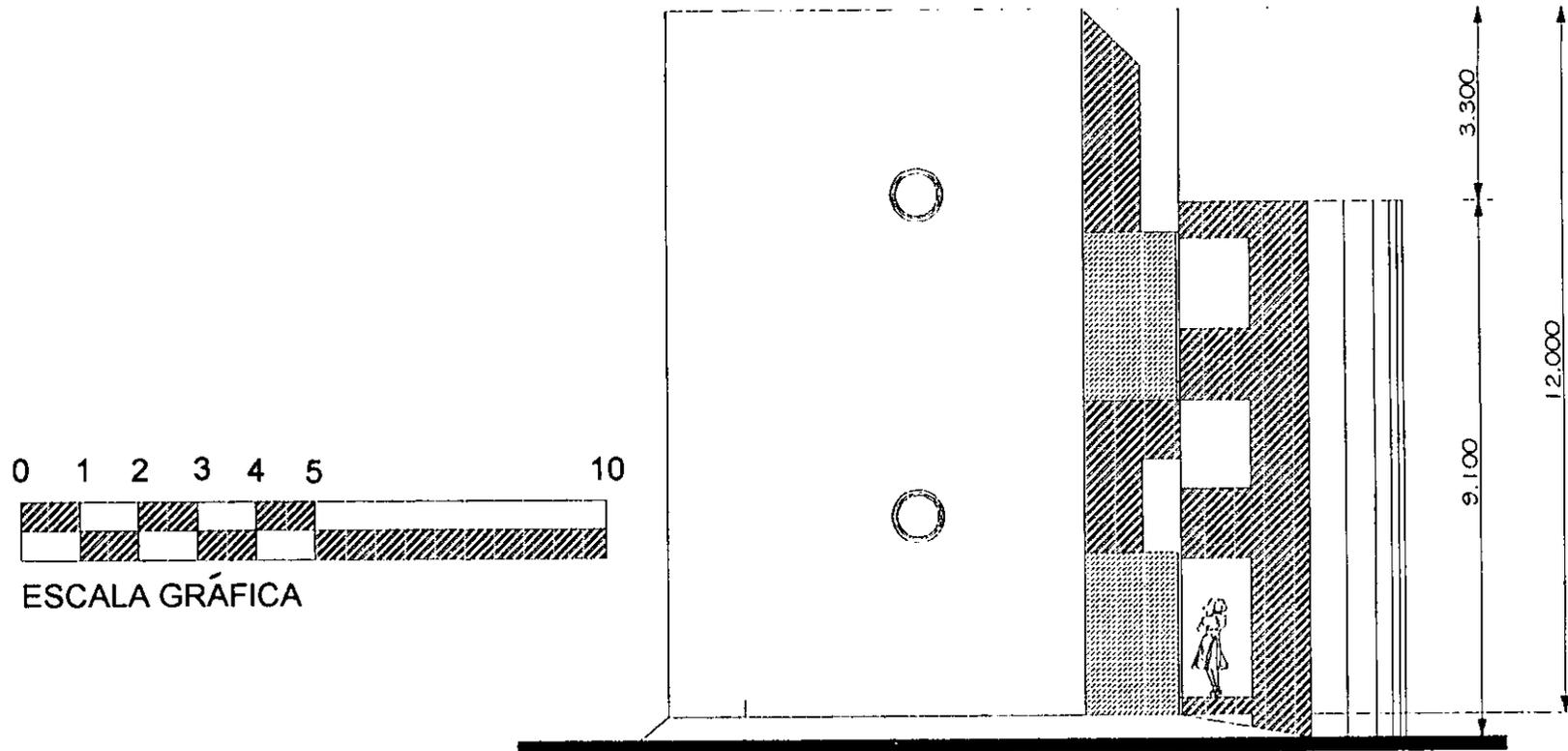
# FACHADA PRINCIPAL EDIFICIO TIPO



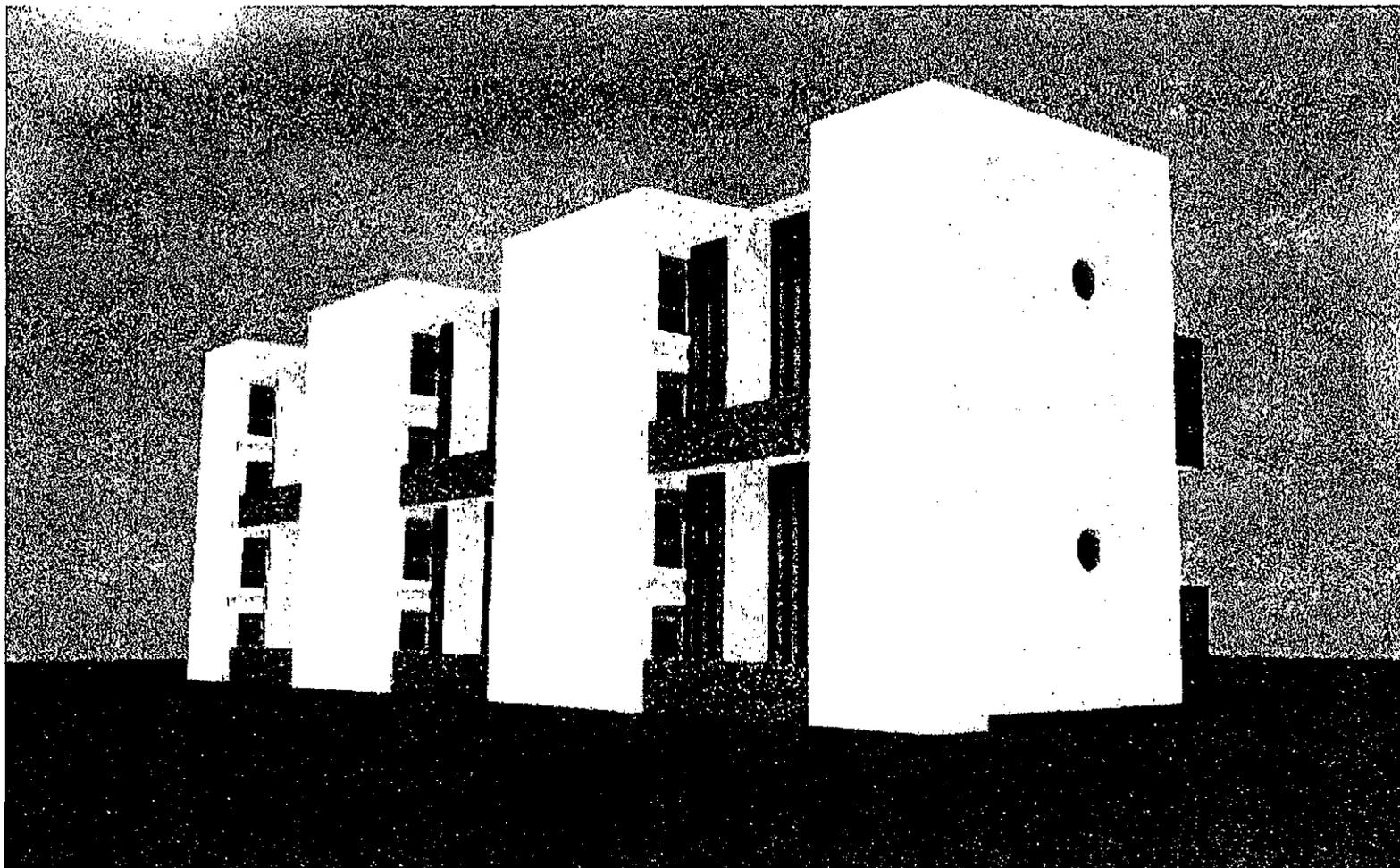
# FACHADA POSTERIOR EDIFICIO TIPO



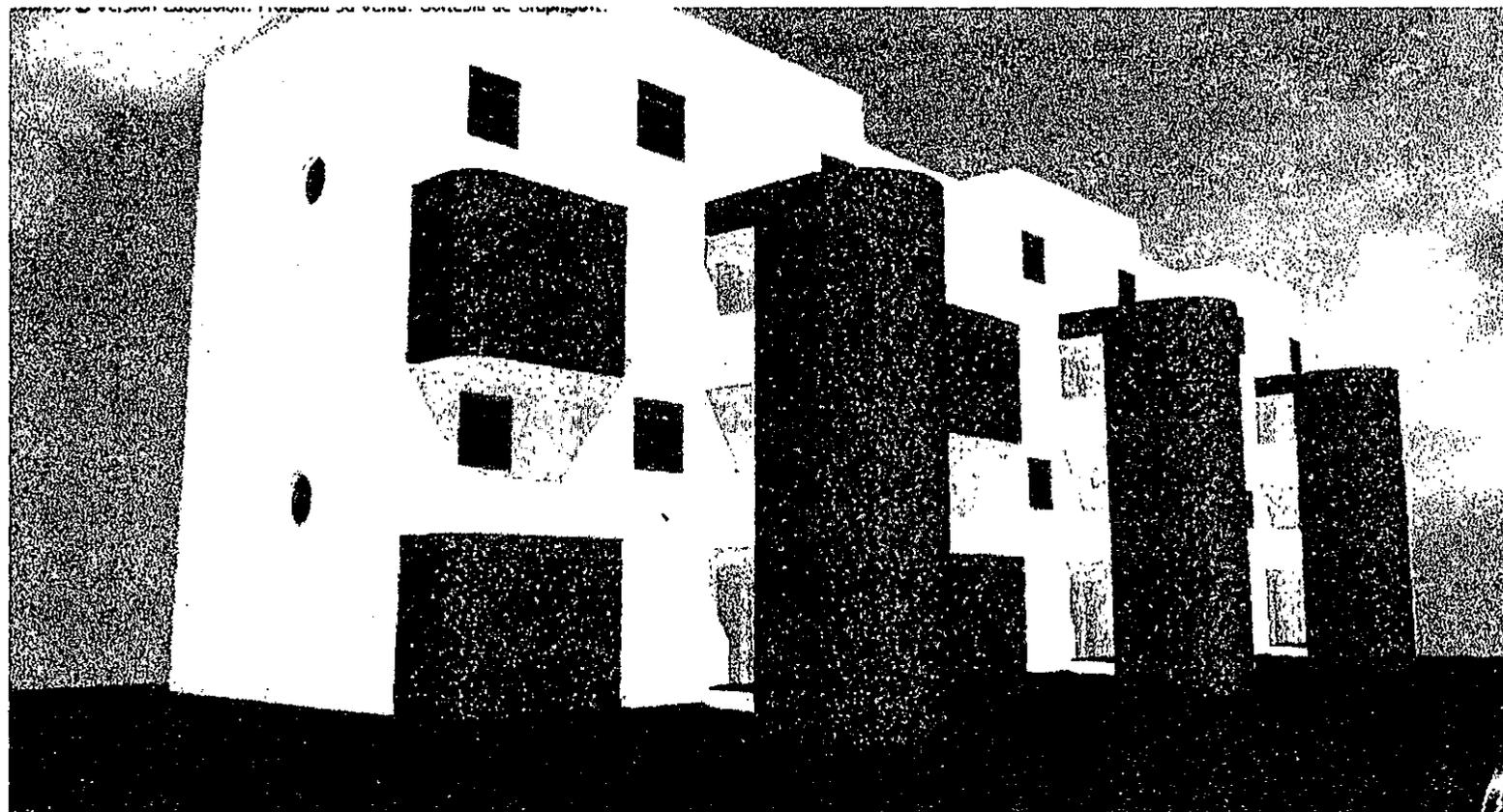
# FACHADA LATERAL EDIFICIO TIPO



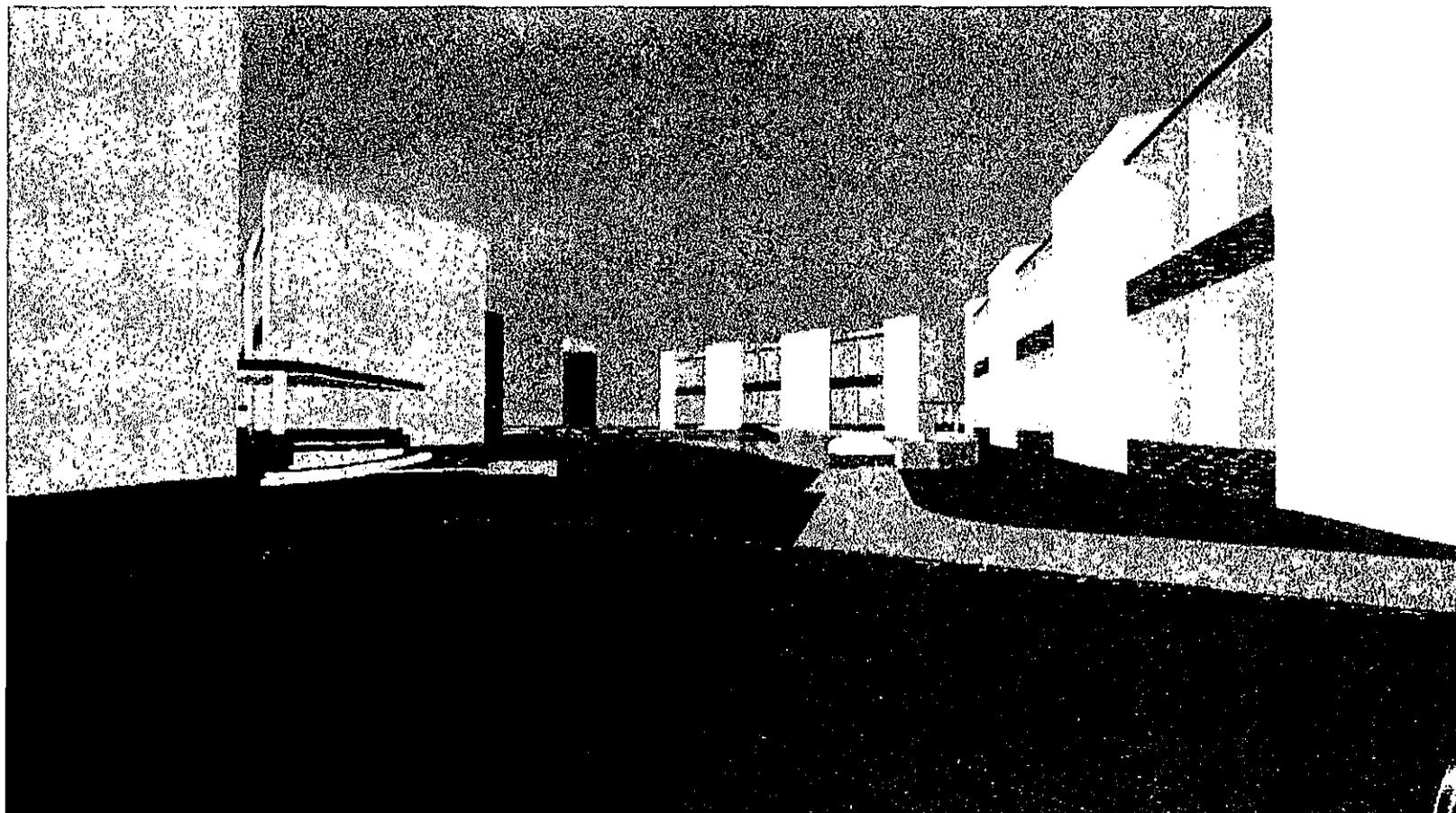
VISTA FACHADA PRINCIPAL EDIFICIO TIPO

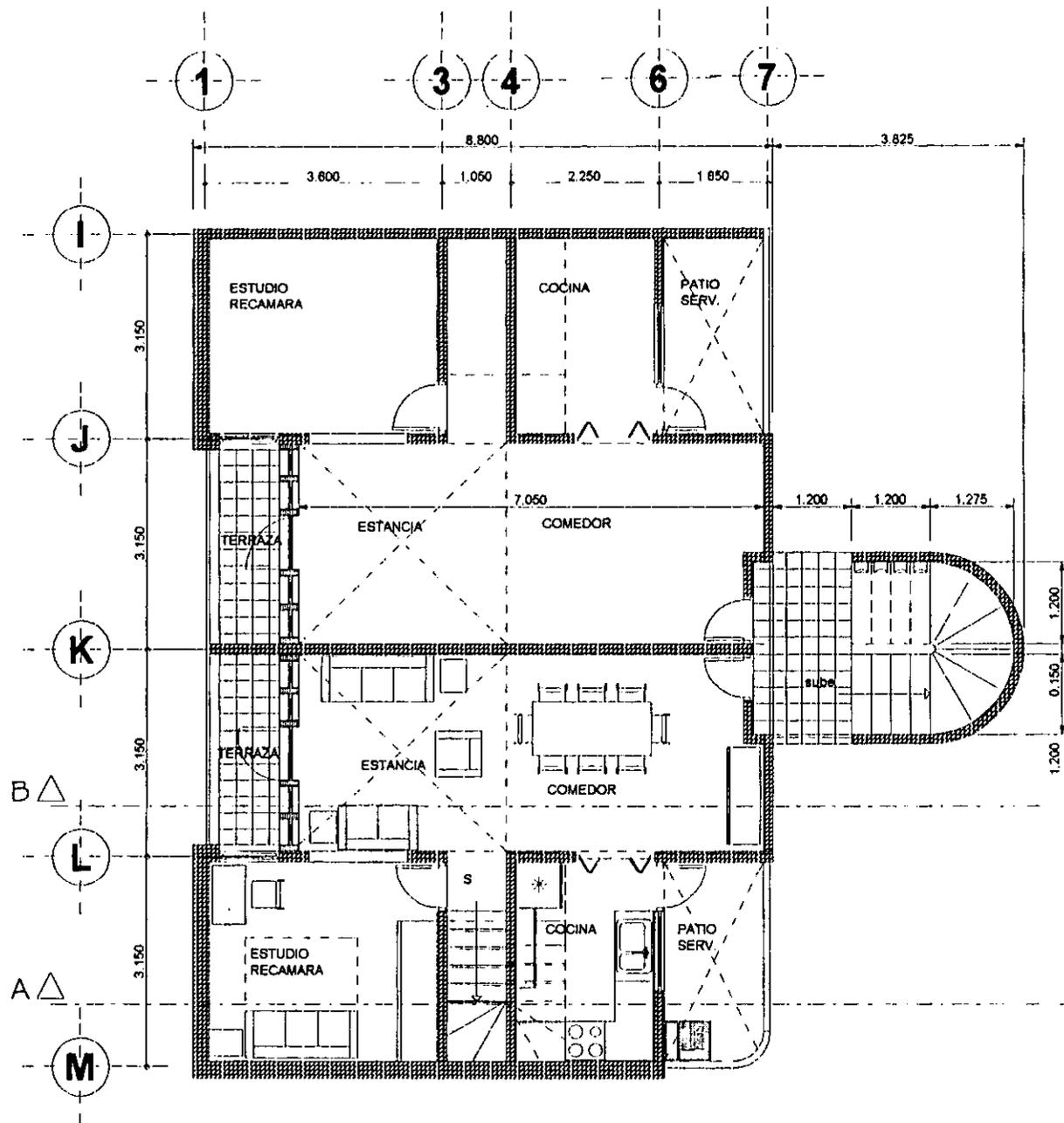


VISTA FACHADA POSTERIOR EDIFICIO TIPO

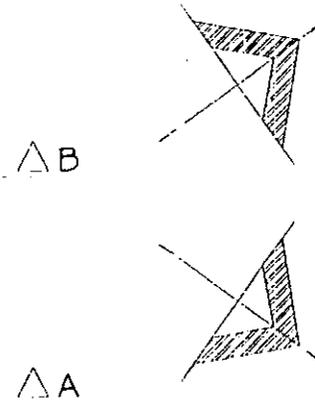


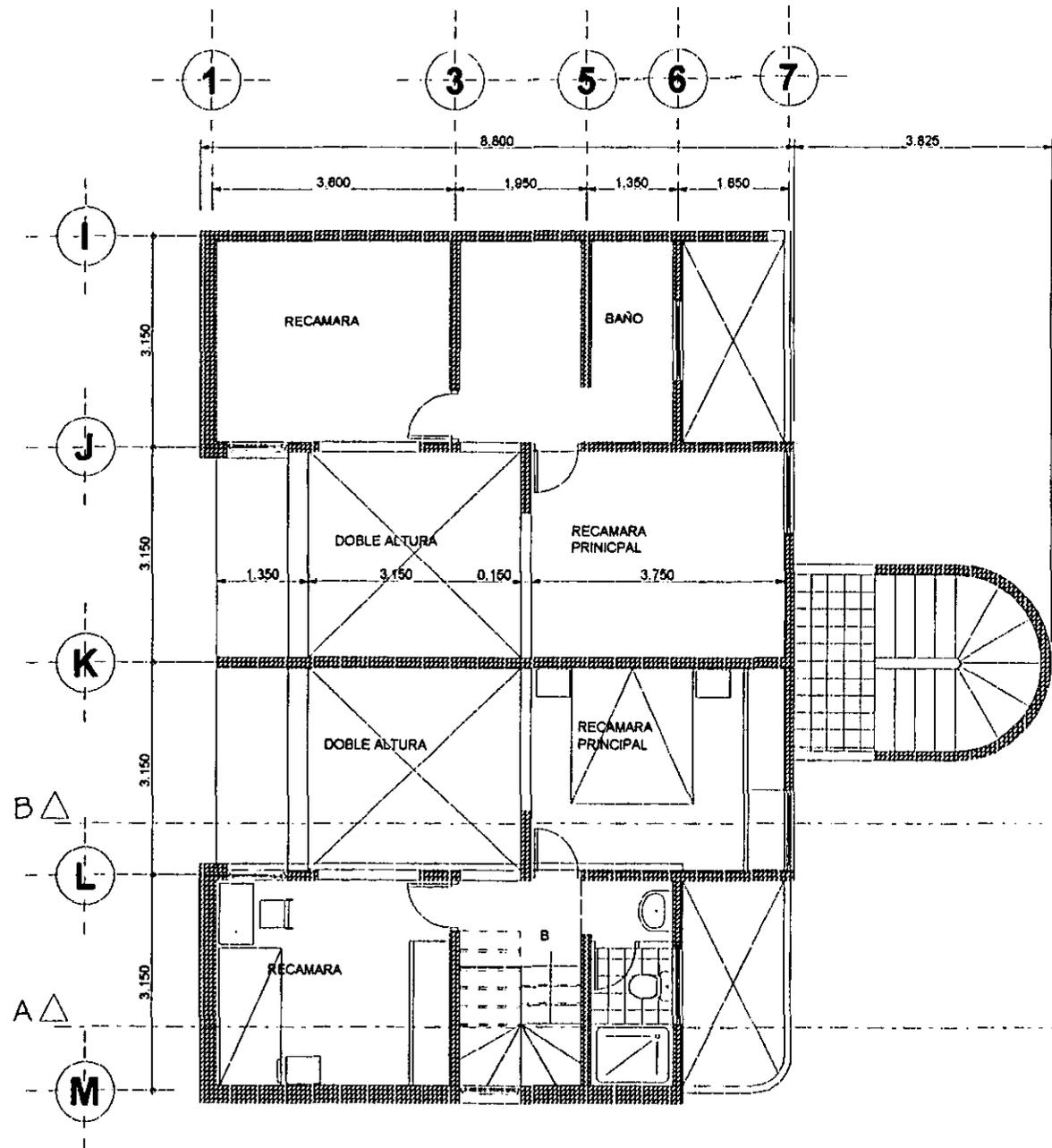
VISTA CONJUNTO CELULA TIPO



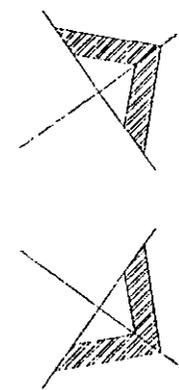
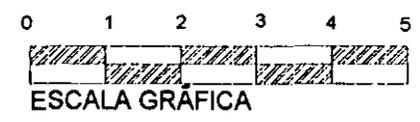


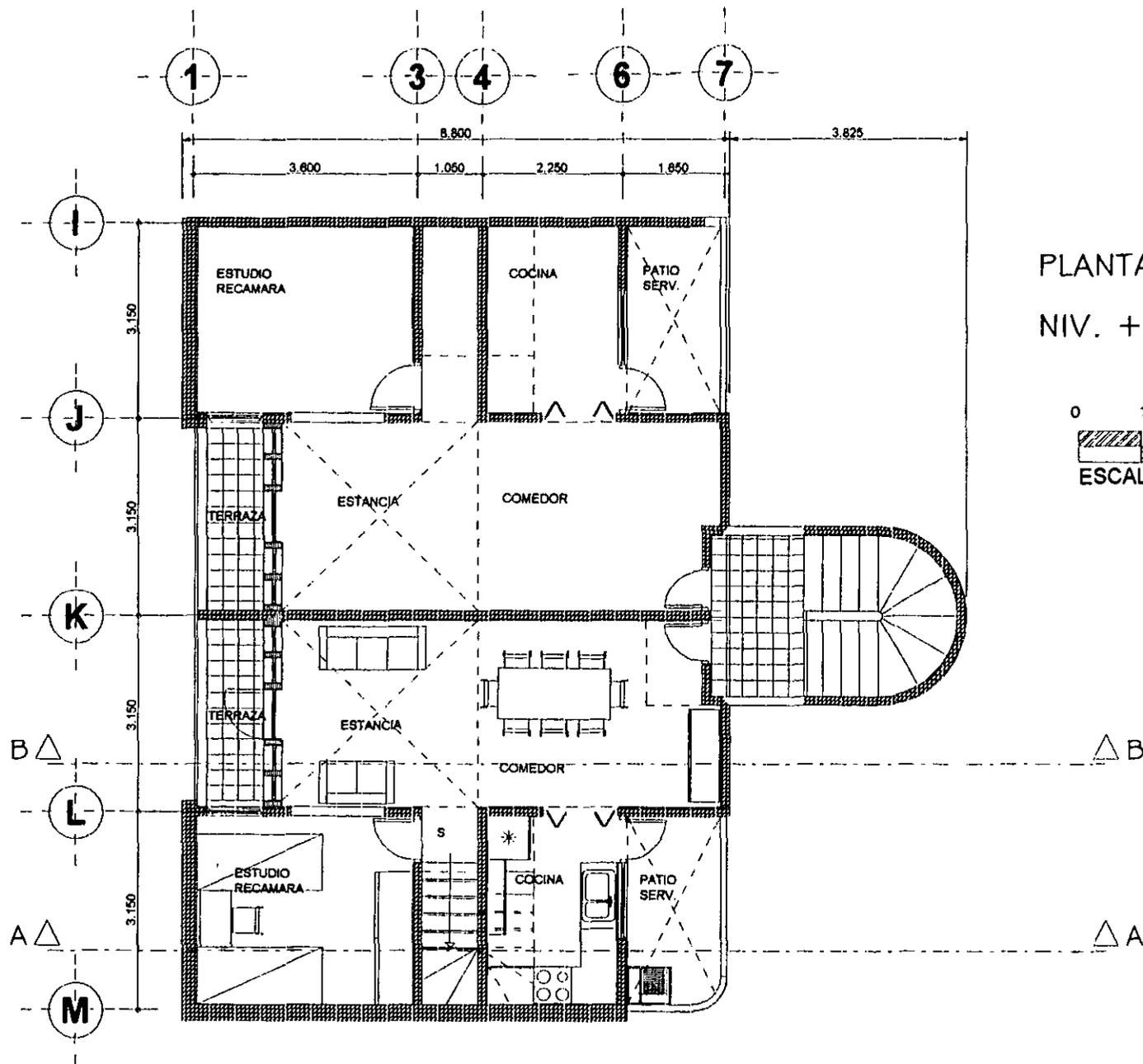
PLANTA BAJA TIPO  
 NIV. + 0.20





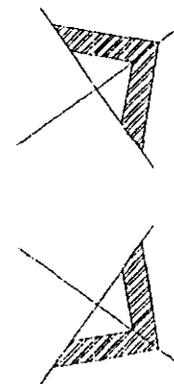
PLANTA 1ER PISO  
 NIV. + 2.90

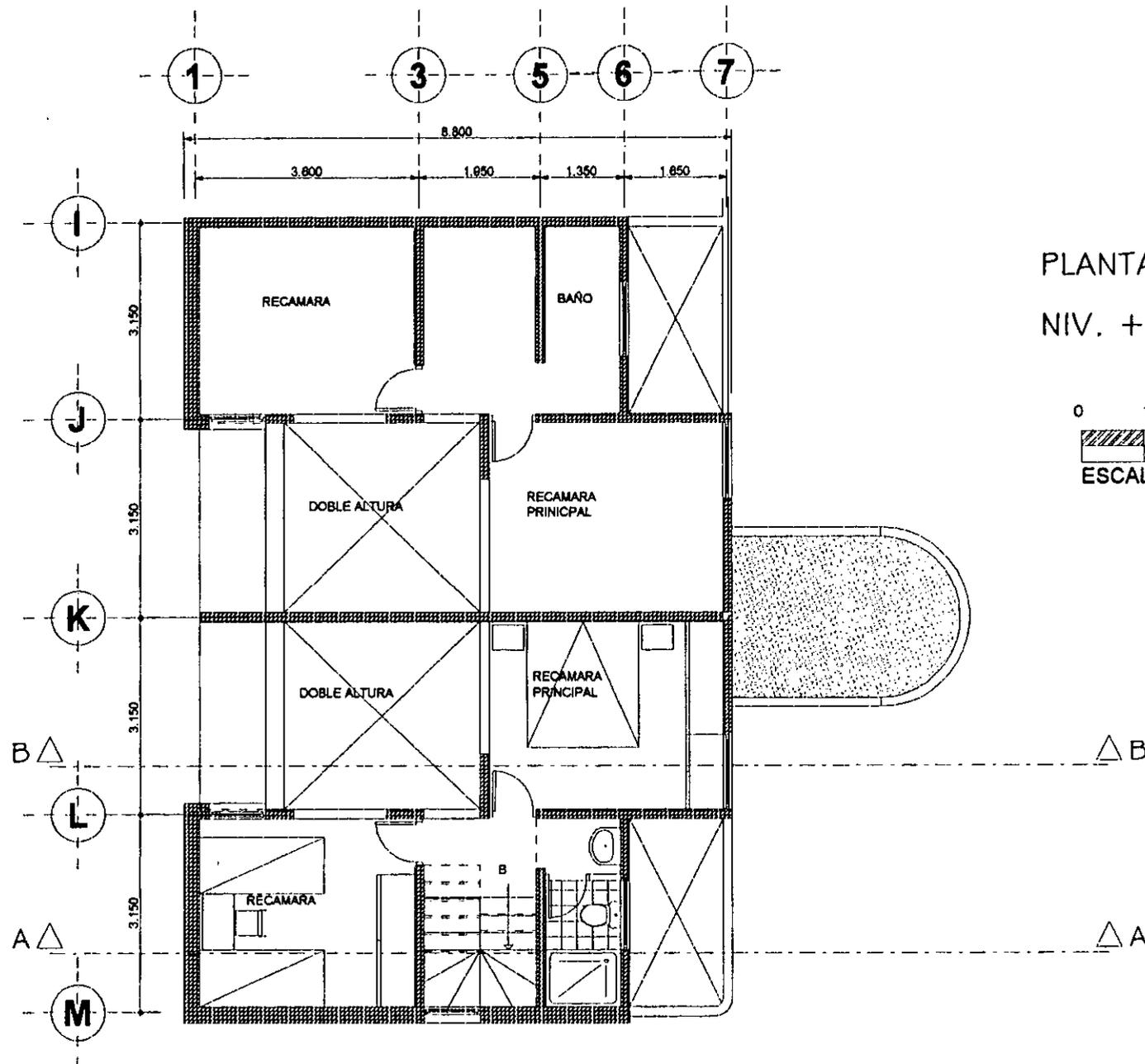




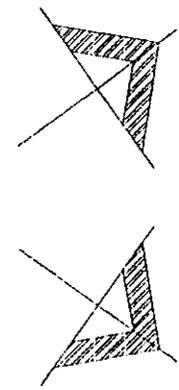
PLANTA 2DO PISO

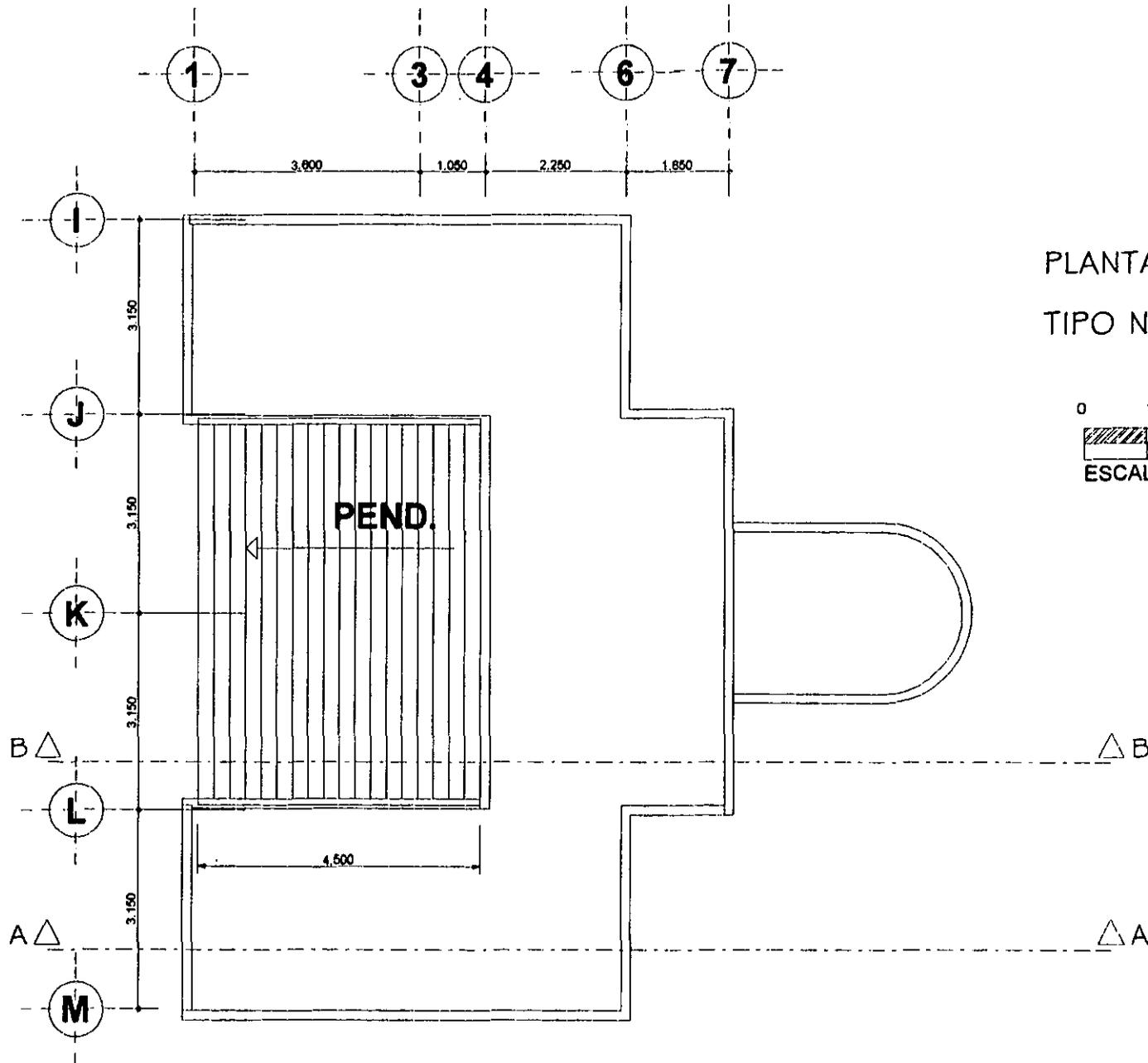
NIV. + 5.60



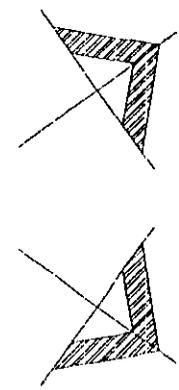


PLANTA 3ER PISO  
 NIV. + 8.30





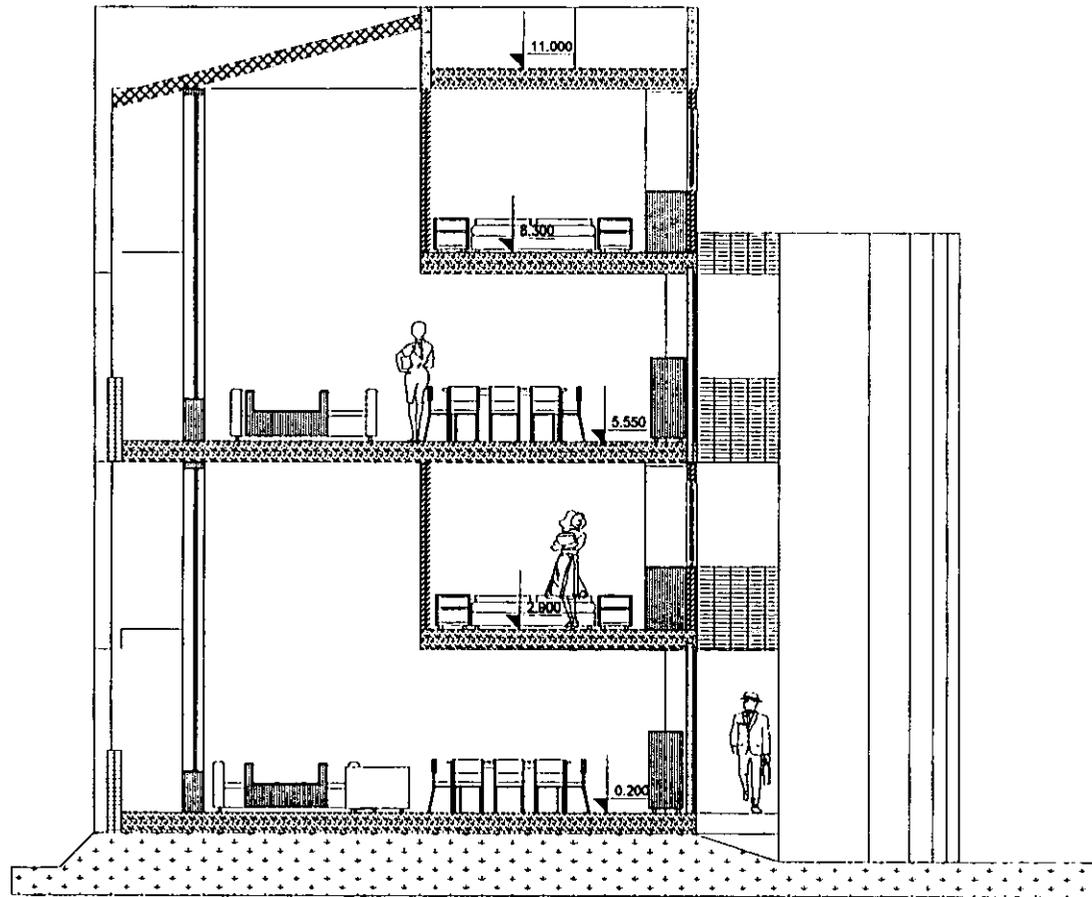
PLANTA AZOTEA  
 TIPO NIV. + 0.20



CORTE TRANSVERSAL A - A



CORTE TRANSVERSAL B - B



# ANÁLISIS TÉRMICO DE LA VIVIENDA TIPO

Tomando como base el libro "SOL Y DISEÑO" de los arquitectos Puppo, se desarrolló unas tablas para el análisis térmico de la propuesta en cada uno de los espacios, de acuerdo a la estación del año y según las dimensiones y ubicación dentro del edificio de cada uno de los espacios.

Se inicia definiendo los datos de cada espacio, como son: nomenclatura del local; tipo, material, espesor, orientación, ángulo y porcentajes de cada pantalla, dimensiones del local y de la pantalla, y las características de acuerdo a los siguientes puntos:

B Relación entre la superficie externa y el volumen del espacio.

$$\frac{\text{Area del cerramiento}}{\text{Volumen del espacio}} = \frac{1}{b}$$

I Radiaciones solares totales (directas y difusas)

U Coeficiente de transmisión térmica

As Coeficiente aire sol  $\frac{\text{coeficiente superficial}}{\text{coef. de convección}} = \frac{a}{f}$   $f = 5 + 3.6 \sqrt{v}$

At Diferencia de temperaturas entre las dos caras de un cerramiento opaco

$$(t_e - t_i) + (I \times As) \quad t_e = \text{temp. exterior} \quad t_i = \text{temp. interior}$$

ITR Índice térmico relativo =  $At \times B \times u$

Como se puede apreciar en las tres tablas siguientes los materiales propuestos son adecuados, ya que en su mayoría están dentro de los límites requeridos, en el caso de los que sobrepasan estos márgenes, basta con incrementar la pérdida por convección mediante la ventilación.



ANALISIS TERMICO

VIVIENDA SOLAR ESPACIOS EXTERIORES

3.14159

| LOCAL           | PANTALLA |                     | ORIENTACION | ANGULO | PORCENTAJE |       | LOCAL |       |       |      | PANTALLA |       |      | OPACA |       |        |       |      |    |    |      | DIAFANA |        |   |      |      | PORCENTAJE | TOTAL LOCAL | OTROS APORTES | CLIMA | ACEPTACION | OBSERVACIONES |      |        |       |          |
|-----------------|----------|---------------------|-------------|--------|------------|-------|-------|-------|-------|------|----------|-------|------|-------|-------|--------|-------|------|----|----|------|---------|--------|---|------|------|------------|-------------|---------------|-------|------------|---------------|------|--------|-------|----------|
|                 | TIPO     | MATERIAL            |             |        | E          | OPACA | TRANS | PROF. | ANCHO | ALTO | VOL      | ANCHO | ALTO | AREA  | B     | I      | U     | AS   | ta | U  | AI   | ITR     | %ITR   | I | TIPO | U    |            |             |               |       |            |               | AS   | ITR    | %ITR  | OPACA    |
| <b>VERANO</b>   |          |                     |             |        |            |       |       |       |       |      |          |       |      |       |       |        |       |      |    |    |      |         |        |   |      |      |            |             |               |       |            |               |      |        |       |          |
| R-PB            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 3.45  | 3.00  | 2.40 | 24.84    | 3.00  | 2.40 | 7.20  | 0.290 | 274.40 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 31   | 2.207   | 2.207  |   |      |      |            |             |               | 2.207 |            |               |      |        |       |          |
|                 | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 3.00  | 3.45  | 2.40 | 24.84    | 3.45  | 2.40 | 8.28  | 0.333 | 155.68 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 21.5 | 1.759   | 1.759  |   |      |      |            |             |               | 1.759 |            |               |      |        |       |          |
|                 | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | NE-NO  | 90         | 50.3  |       | 3.00  | 1.35  | 2.40 | 9.72     | 0.88  | 2.40 | 1.83  | 0.17  | 238.00 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 28   | 1.158   | 0.583  |   |      |      |            |             |               | 0.583 |            |               |      |        |       |          |
|                 | O        | PUERTA DOBLE LAMINA | 0.15        | NE-NO  | 90         | 24.85 |       | 3.00  | 1.35  | 2.40 | 9.72     | 0.34  | 2.40 | 0.80  | 0.08  | 238.00 | 2.700 | 0.08 | 30 | 21 | 28   | 8.262   | 1.556  |   |      |      |            |             |               | 1.556 |            |               |      |        |       |          |
|                 | T        | VIDRIO TIPO P       | 0.004       | NE-NO  | 90         |       | 24.85 | 3.00  | 1.35  | 2.40 | 9.72     | 0.34  | 2.40 | 0.80  | 0.08  |        |       |      |    |    |      |         | 238.00 | P | 3    | 0.04 | 28.578     | 2.364       | 0.59          |       | 0.587      | 8.692         | 7.12 | 13.812 | 14.13 | CORRECTO |
| R-PA            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 2.55  | 3.00  | 2.40 | 18.36    | 3.00  | 2.40 | 7.20  | 0.39  | 274.40 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 31   | 2.986   | 2.986  |   |      |      |            |             |               | 2.986 |            | 4.745         | 7.12 | 11.865 | 14.13 | CORRECTO |
|                 | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 3.00  | 2.55  | 2.40 | 18.36    | 2.55  | 2.40 | 6.12  | 0.333 | 155.68 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 21.5 | 1.759   | 1.759  |   |      |      |            |             |               | 1.759 |            |               |      |        |       |          |
| E-PB            | T        | VIDRIO              |             | SE-SO  | 90         |       | 75    | 3.20  | 3.00  | 5.10 | 48.96    | 2.25  | 5.10 | 11.48 | 0.23  |        |       |      |    |    |      |         | 155.68 | A | 3    | 0.04 | 46.740     | 10.855      | 8.22          |       | 8.216      | 8.216         | 7.12 | 15.338 | 14.13 | REVISAR  |
|                 | T        | VIDRIO              |             | SE-SO  | 90         |       | 75    | 3.20  | 3.00  | 5.10 | 48.96    | 2.25  | 5.10 | 11.48 | 0.23  |        |       |      |    |    |      |         | 155.68 | P | 3    | 0.04 | 18.700     | 4.383       | 3.29          |       | 3.287      | 3.287         | 7.12 | 10.407 | 14.13 | CORRECTO |
|                 | O        | CANCEL ESPECIAL     | 0.15        | SE-SO  | 90         | 25    |       | 3.20  | 3.00  | 5.10 | 48.96    | 0.75  | 5.10 | 3.83  | 0.08  | 155.68 | 2.700 | 0.08 | 30 | 21 | 21.5 | 4.528   | 1.131  |   |      |      |            |             |               | 1.131 | 3.287      | 4.418         | 7.12 | 11.538 | 14.13 | CORRECTO |
| R-PA            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | NE-NO  | 90         | 88    |       | 4.00  | 3.00  | 2.40 | 28.80    | 2.64  | 2.50 | 6.60  | 0.23  | 238.00 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 28   | 1.581   | 1.391  |   |      |      |            |             |               | 1.391 |            |               |      |        |       |          |
|                 | T        | VIDRIO TIPO P       | 0.004       | NE-NO  | 90         |       | 12    | 4.00  | 3.00  | 2.40 | 28.80    | 0.36  | 2.50 | 0.90  | 0.03  |        |       |      |    |    |      |         | 238.00 | P | 3    | 0.04 | 28.578     | 0.893       | 0.11          |       | 0.107      | 1.498         | 7.12 | 8.818  | 15.13 | CORRECTO |
| C-PB            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | NE-NO  | 90         | 100   |       | 2.60  | 3.00  | 2.40 | 18.72    | 3.00  | 2.40 | 7.20  | 0.38  | 238.00 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 28   | 2.653   | 2.653  |   |      |      |            |             |               | 2.653 |            | 2.653         | 7.12 | 9.773  | 14.13 | CORRECTO |
| <b>INVIERNO</b> |          |                     |             |        |            |       |       |       |       |      |          |       |      |       |       |        |       |      |    |    |      |         |        |   |      |      |            |             |               |       |            |               |      |        |       |          |
| R-PB            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 3.45  | 3.00  | 2.40 | 24.84    | 3.00  | 2.50 | 7.76  | 0.313 | 492.80 | 0.25  | 0.08 | 15 | 17 | 37.4 | 2.878   | 2.878  |   |      |      |            |             |               | 2.878 |            |               |      |        |       |          |
|                 | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 3.00  | 3.45  | 2.40 | 24.84    | 3.45  | 2.40 | 8.28  | 0.333 | 403.20 | 0.25  | 0.08 | 15 | 17 | 30.3 | 2.481   | 2.481  |   |      |      |            |             |               | 2.481 |            |               |      |        |       |          |
|                 | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | NE-NO  | 90         | 50.3  |       | 3.00  | 1.35  | 2.40 | 9.72     | 0.88  | 2.40 | 1.83  | 0.17  | 76.72  | 0.25  | 0.08 | 15 | 17 | 4.14 | 0.171   | 0.086  |   |      |      |            |             |               | 0.086 |            |               |      |        |       |          |
|                 | O        | PUERTA DOBLE LAMINA | 0.15        | NE-NO  | 90         | 24.85 |       | 3.00  | 1.35  | 2.40 | 9.72     | 0.34  | 2.40 | 0.80  | 0.08  | 76.72  | 2.700 | 0.08 | 15 | 17 | 4.14 | 0.924   | 0.230  |   |      |      |            |             |               | 0.230 |            |               |      |        |       |          |
|                 | T        | VIDRIO TIPO P       | 0.004       | NE-NO  | 90         |       | 24.85 | 3.00  | 1.35  | 2.40 | 9.72     | 0.34  | 2.40 | 0.80  | 0.08  |        |       |      |    |    |      |         | 76.72  | P | 3    | 0.04 | 9.224      | 0.783       | 0.19          |       | 0.190      | 5.864         | 7.12 | 12.984 | 25.4  | CORRECTO |
| R-PA            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 2.55  | 3.00  | 2.40 | 18.36    | 3.00  | 2.40 | 7.20  | 0.39  | 492.80 | 0.25  | 0.08 | 15 | 17 | 37.4 | 3.610   | 3.610  |   |      |      |            |             |               | 3.610 |            | 8.993         | 7.12 | 14.113 | 25.4  | CORRECTO |
|                 | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | SE-SO  | 90         | 100   |       | 3.00  | 2.55  | 2.40 | 18.36    | 2.55  | 2.40 | 6.12  | 0.333 | 403.20 | 0.25  | 0.08 | 30 | 21 | 41.3 | 3.383   | 3.383  |   |      |      |            |             |               | 3.383 |            |               |      |        |       |          |
| E-PB            | T        | VIDRIO              |             | SE-SO  | 90         |       | 75    | 3.20  | 3.00  | 5.10 | 48.96    | 2.25  | 5.10 | 11.48 | 0.23  |        |       |      |    |    |      |         | 403.20 | A | 3    | 0.04 | 120.998    | 28.358      | 21.3          |       | 21.269     | 21.269        | 7.12 | 28.389 | 25.4  | REVISAR  |
|                 | T        | VIDRIO              |             | SE-SO  | 90         |       | 75    | 3.20  | 3.00  | 5.10 | 48.96    | 2.25  | 5.10 | 11.48 | 0.23  |        |       |      |    |    |      |         | 403.20 | P | 3    | 0.04 | 48.402     | 11.344      | 8.51          |       | 8.508      | 8.508         | 7.12 | 15.628 | 25.4  | CORRECTO |
|                 | O        | CANCEL ESPECIAL     | 0.15        | SE-SO  | 90         | 25    |       | 3.20  | 3.00  | 5.10 | 48.96    | 0.75  | 5.10 | 3.83  | 0.08  | 403.20 | 2.700 | 0.08 | 15 | 17 | 30.3 | 6.382   | 1.596  |   |      |      |            |             |               | 1.596 | 8.508      | 10.104        | 7.12 | 17.224 | 25.4  | CORRECTO |
| R-PA            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | NE-NO  | 90         | 88    |       | 4.00  | 3.00  | 2.40 | 28.80    | 2.64  | 2.50 | 6.60  | 0.23  | 76.72  | 0.25  | 0.08 | 15 | 17 | 4.14 | 0.233   | 0.205  |   |      |      |            |             |               | 0.205 |            |               |      |        |       |          |
|                 | T        | VIDRIO TIPO P       | 0.004       | NE-NO  | 90         |       | 12    | 4.00  | 3.00  | 2.40 | 28.80    | 0.36  | 2.50 | 0.90  | 0.03  |        |       |      |    |    |      |         | 76.72  | P | 3    | 0.04 | 9.224      | 0.288       | 0.03          |       | 0.035      | 0.240         | 7.12 | 7.360  | 25.4  | CORRECTO |
| C-PB            | O        | CONCRETO ALIGERADO  | 0.15        | NE-NO  | 90         | 100   |       | 2.60  | 3.00  | 2.40 | 18.72    | 3.00  | 2.40 | 7.20  | 0.38  | 76.72  | 0.25  | 0.08 | 15 | 17 | 4.14 | 0.391   | 0.391  |   |      |      |            |             |               | 0.391 |            | 0.391         | 7.12 | 7.511  | 25.4  | CORRECTO |



## ANÁLISIS INTERCAMBIO TÉRMICO

Al analizar las tablas y esquemas de asoleamiento para cada una de las orientaciones propuestas (SE y SO), vemos que se tiene penetración solar con ángulos muy rasantes, por lo que se requiere un sistema de control de asoleamiento con elementos verticales, para poder regular la entrada del Sol a la vivienda de acuerdo a los demás factores que inciden en el resultado final.

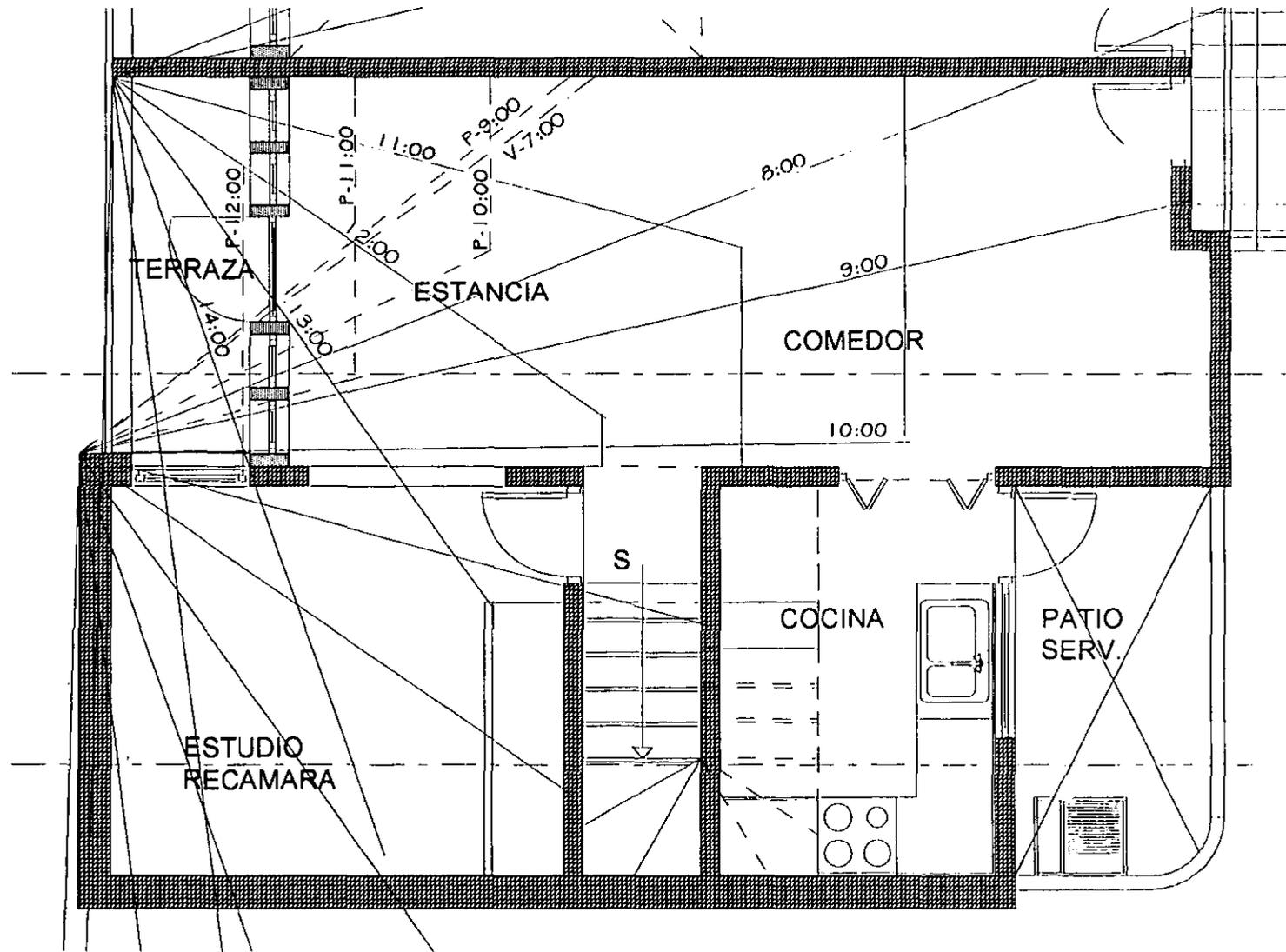
Se propone que estos elementos verticales de control solar cuenten con un mecanismo que permita girarlos de acuerdo a la estación del año y a la hora del día, este mecanismo puede resolverse con un sistema de cremallera, que interconecte cada uno de ellos, por lo que sería suficiente girar uno para que todos tomen la misma inclinación.

Por otro lado se propone que estos elementos tengan una cara reflejante y la otra con un material que actúe como cuerpo negro, y así de acuerdo a las necesidades se pueden utilizar como acumuladores, deflectores o bloqueadores de la radiación solar.

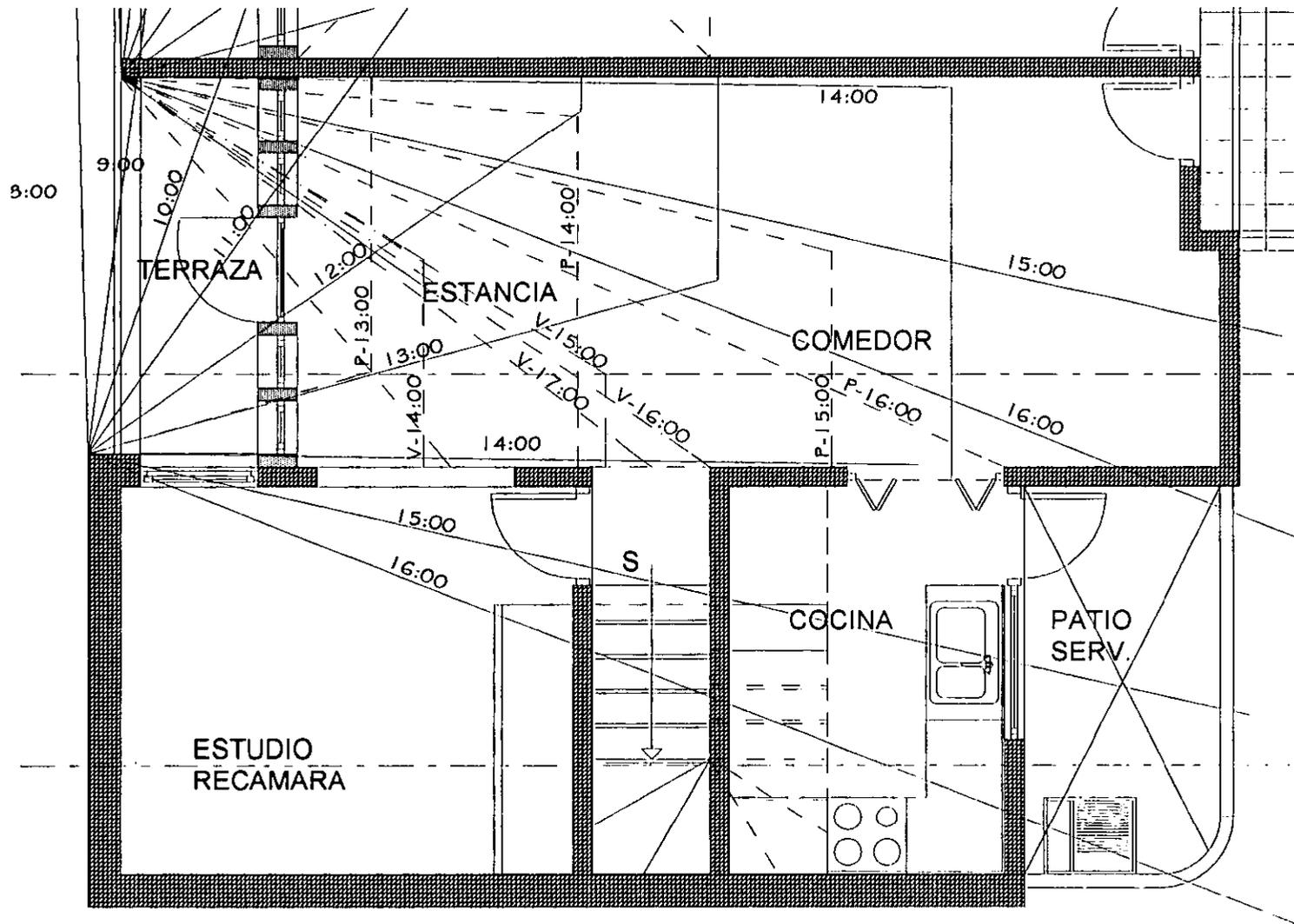
Para lograr el ambiente térmico interior necesario, se requiere que este control solar se complemente con el manejo de la ventilación, por lo que se proponen ventilas en la parte baja y alta del ventanal en el espacio termoregulador. Estas serán de diferentes secciones para promover la circulación forzada del aire, además se colocaran elementos de vegetación en el borde externo de la terraza, para que al pasar el aire se humedifique.

Se insiste que para un funcionamiento adecuado de estos controles es necesario que el usuario se responsabilice de su manejo, modificando los parametros de acuerdo a las condiciones bioclimáticas existentes.

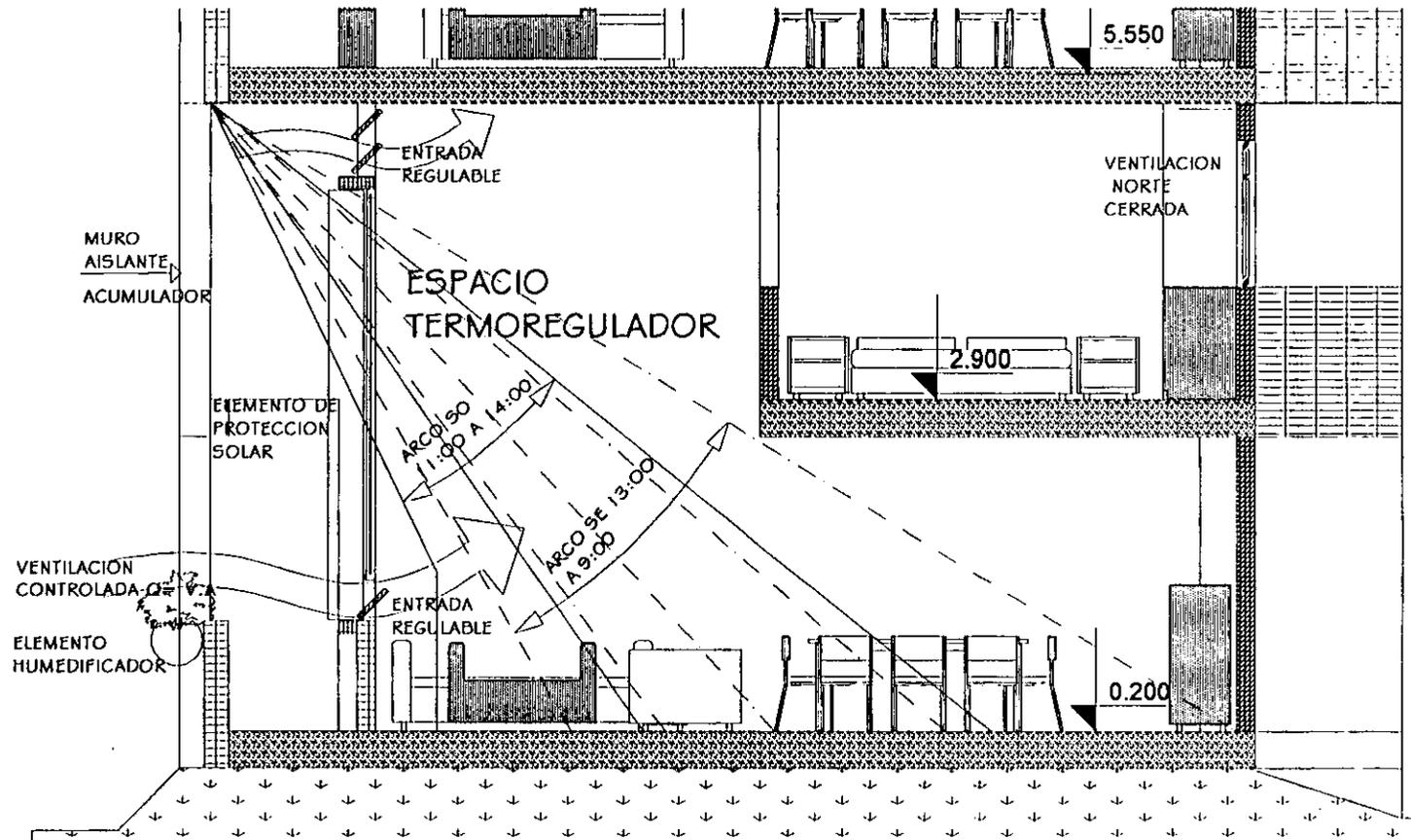
# ANÁLISIS ASOLEAMIENTO SE



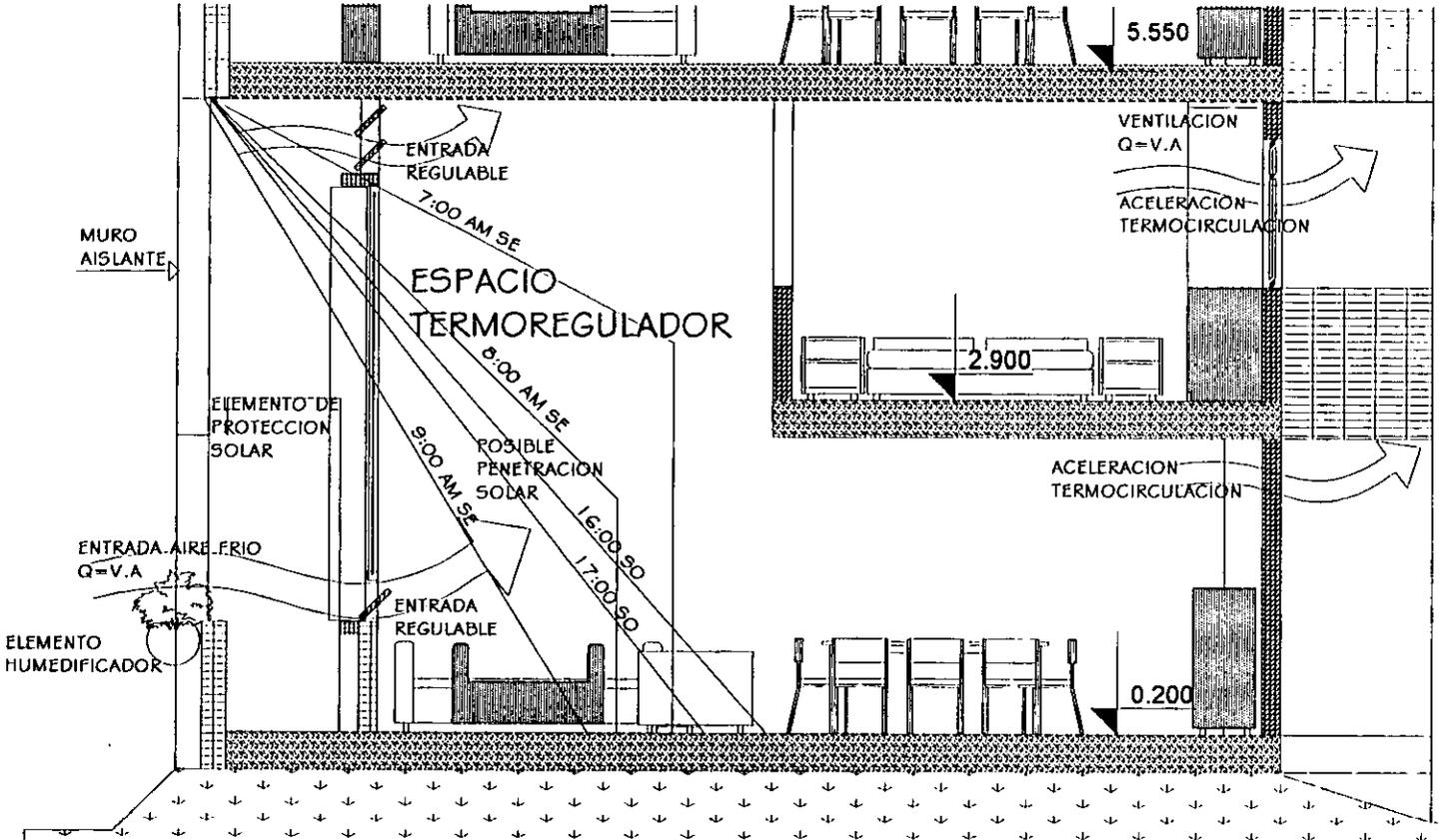
# ANÁLISIS ASOLEAMIENTO SO



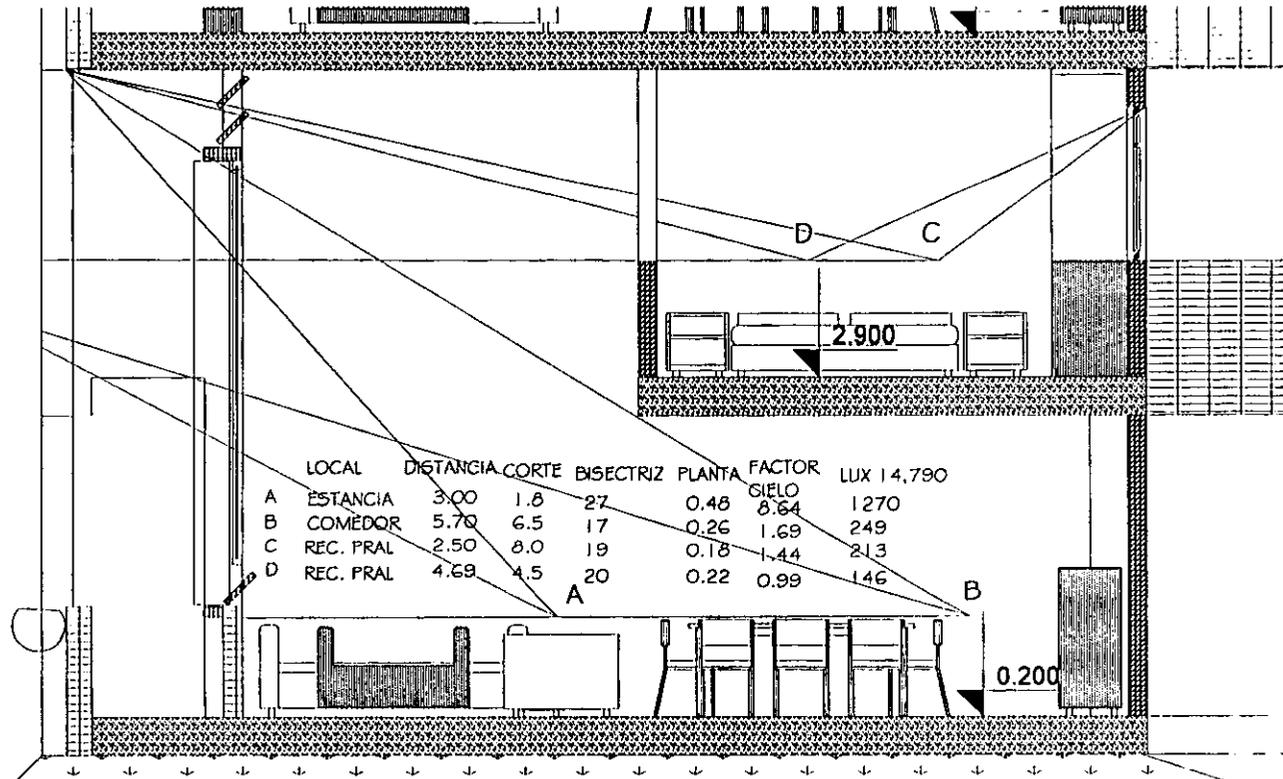
# ANÁLISIS INTERCAMBIO INVIERNO



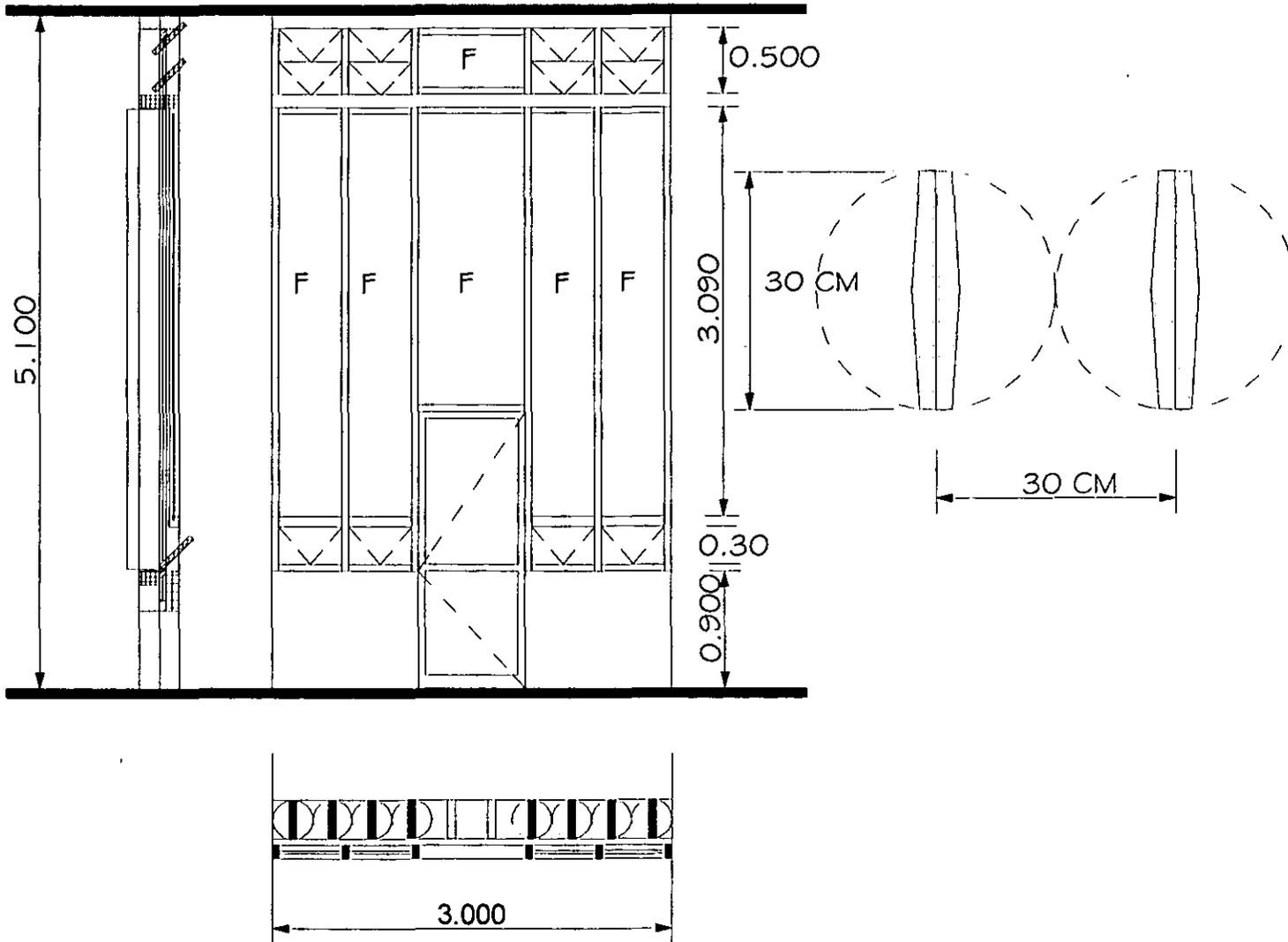
# ANÁLISIS INTERCAMBIO VERANO



# ANÁLISIS ILUMINACIÓN NATURAL



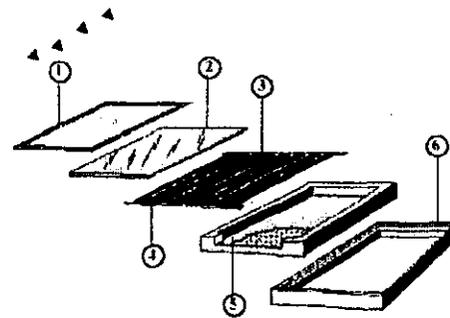
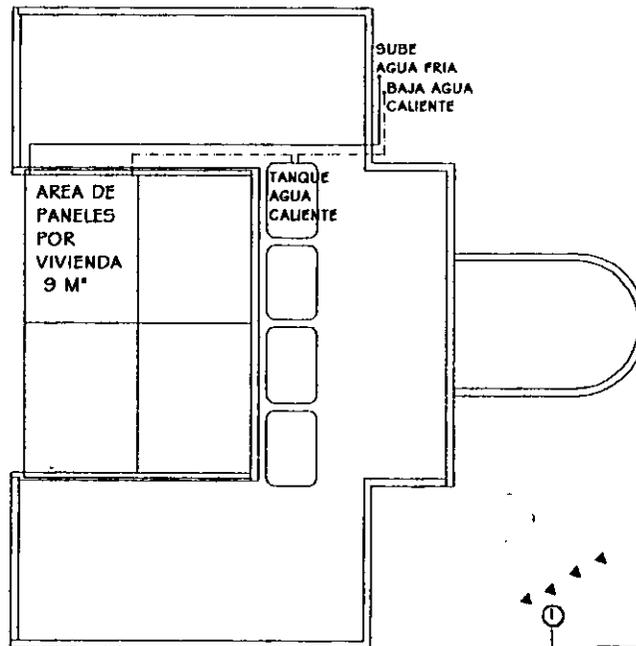
# DISPOSITIVOS DE CONTROL



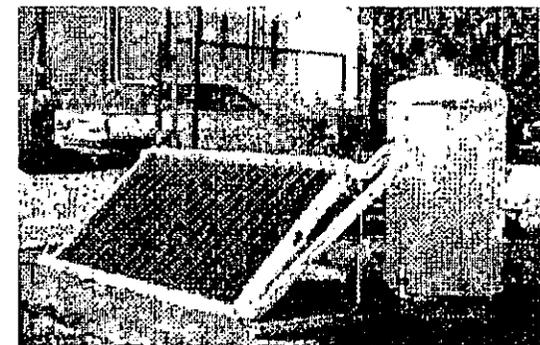
## PANELES SOLARES

El colector es un elemento que transforma la radiación solar en calor, para optimizar el fenómeno térmico y garantizar un buen rendimiento contará con: doble acristalamiento (1 y 2), un material radiador a base de lamina negra (3), un sifón con tubería de cobre, por el que circulara el agua a calentar (4), una base aislante (5) y un marco hermético (6) que contenga todos los elementos. De esta manera se tiene una eficiencia de 430 W/m<sup>2</sup> de panel.

El modelo propuesto está diseñado para ser instalado sobre superficie casi horizontal, resultando en su conjunto ser de baja silueta, lo que le confiere la particularidad, de integrarse estructuralmente en la vivienda, sin ser visto desde el exterior. Trabaja en termosifón y no tiene ningún elemento mecánico que intervenga en su funcionamiento, por lo que es un equipo con pocas probabilidades de averías. Este equipo lleva incorporado un termómetro, una resistencia eléctrica para apoyo y un termostato.

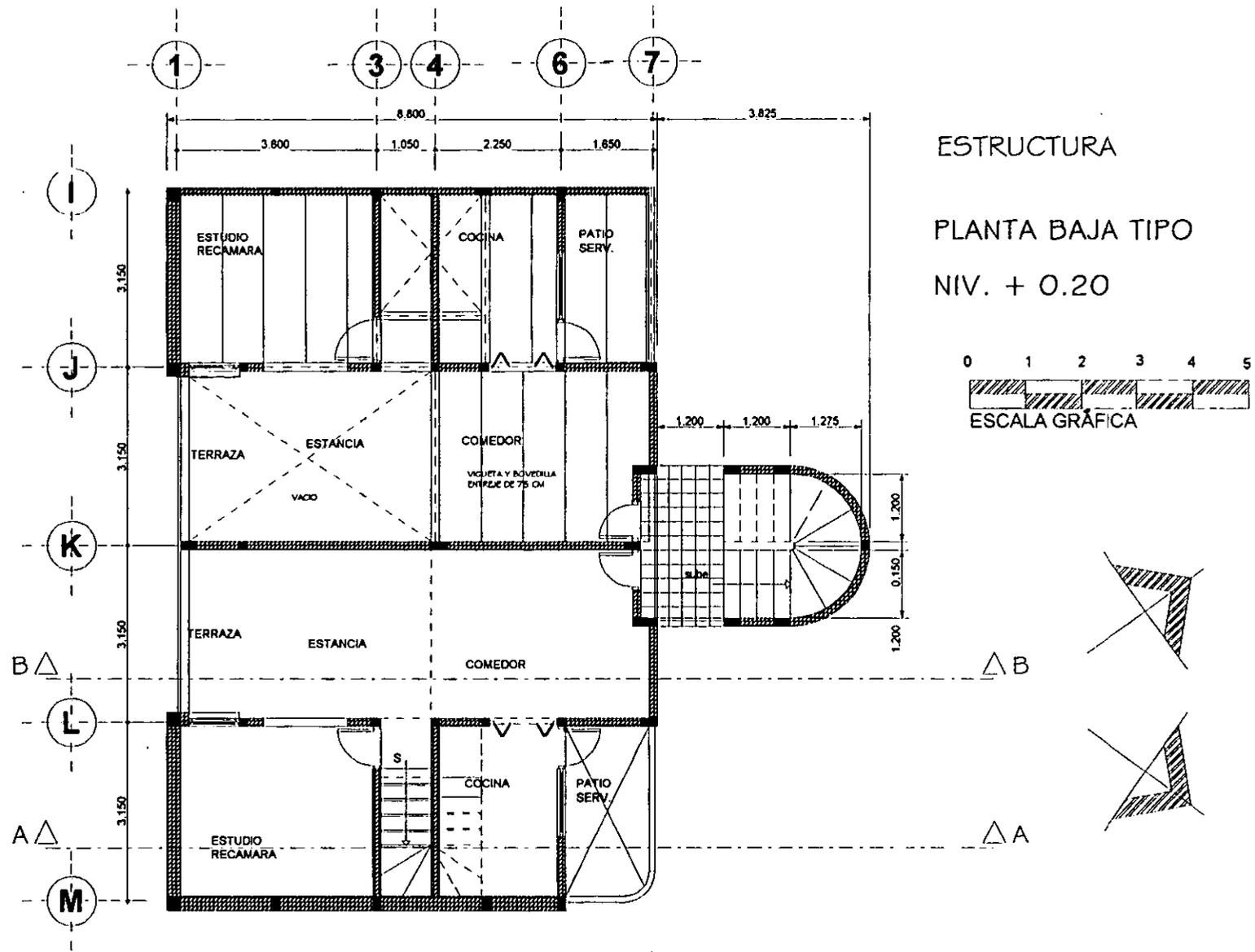


ESQUEMA

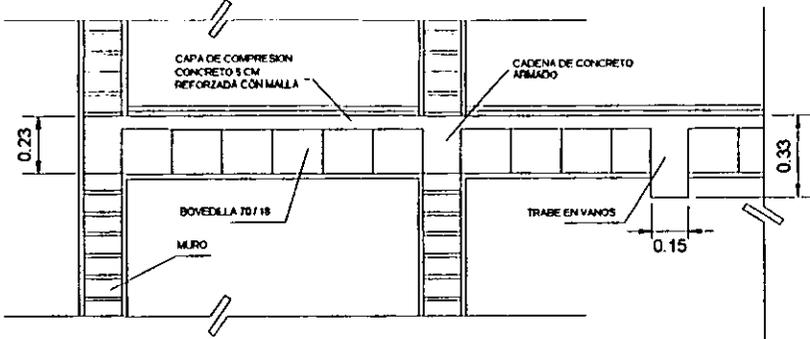


MODELO A UTILIZAR

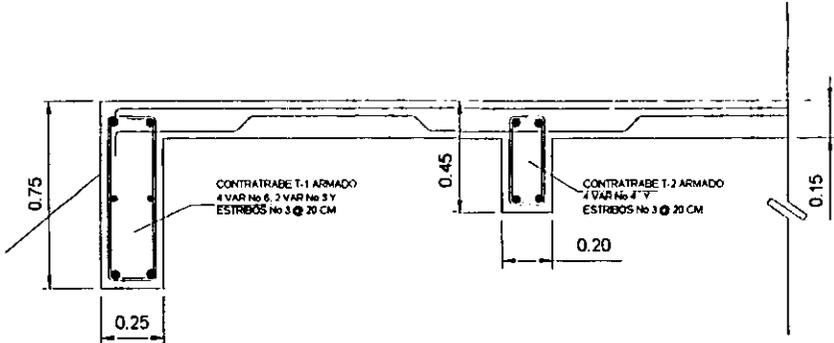




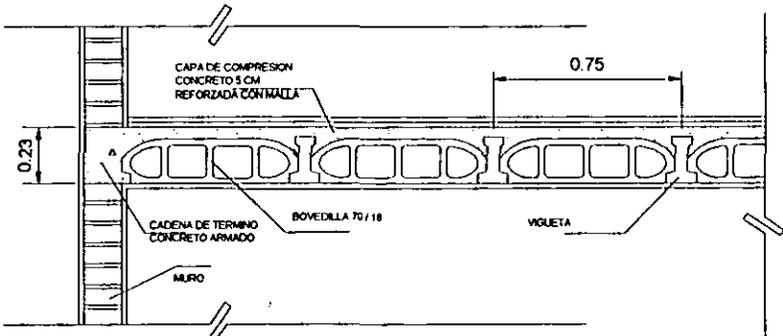
# DETALLES ESTRUCTURA



CORTE ESQUEMATICO ENTEPISO TRANSVERSAL

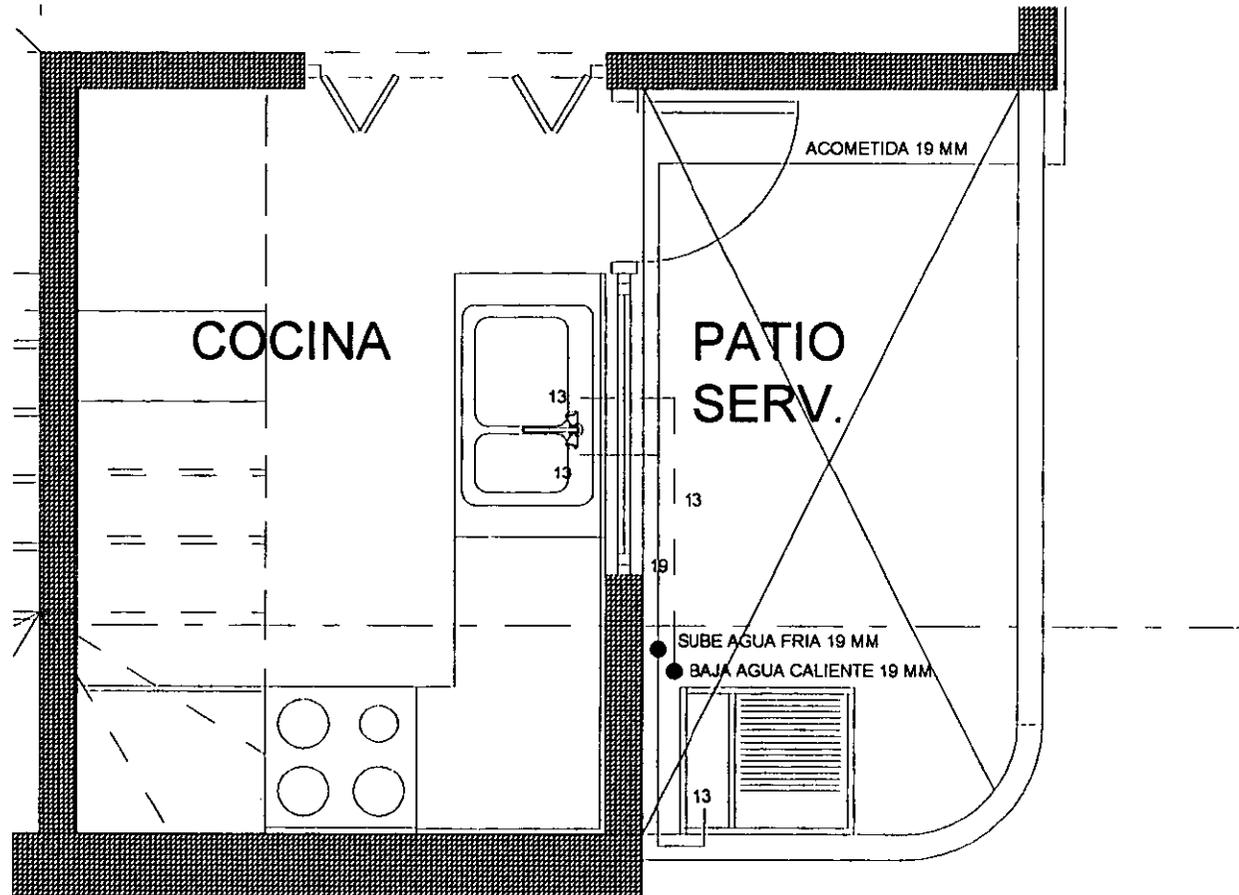


CORTE ESQUEMATICO CIMENTACIÓN

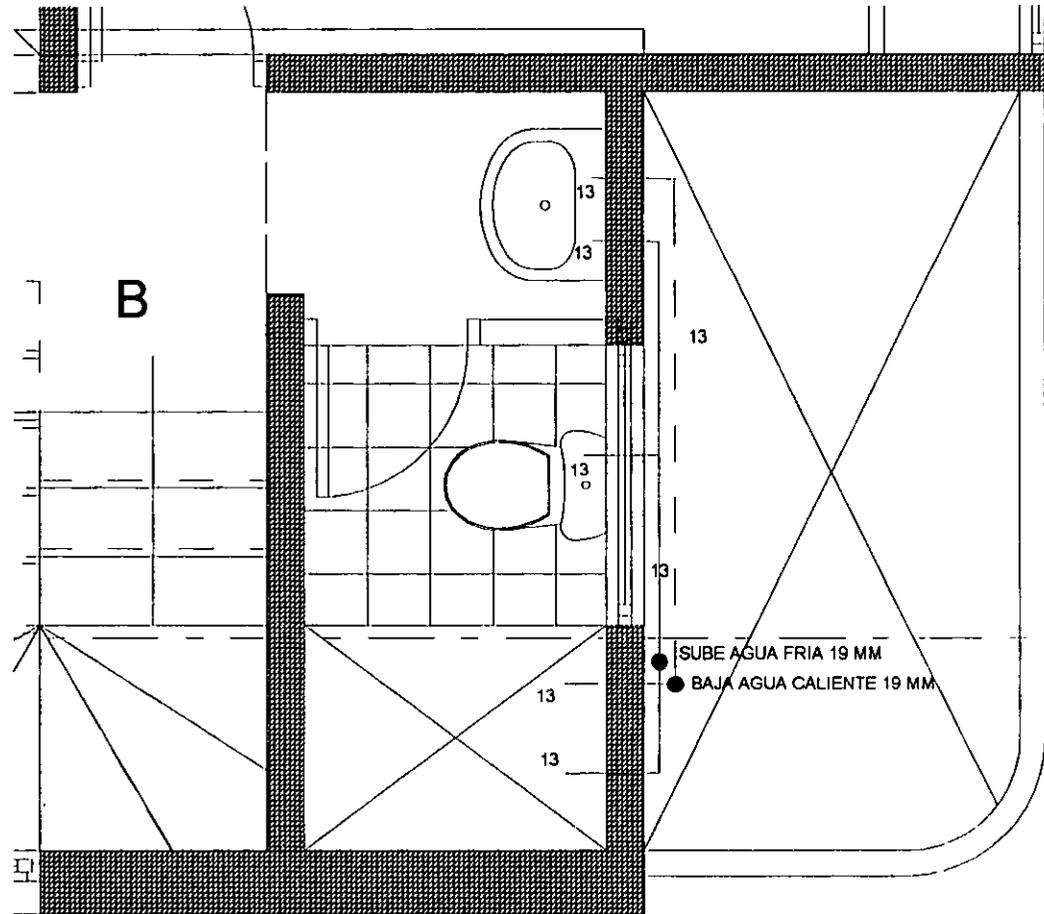


CORTE ESQUEMATICO ENTEPISO LONGITUDINAL

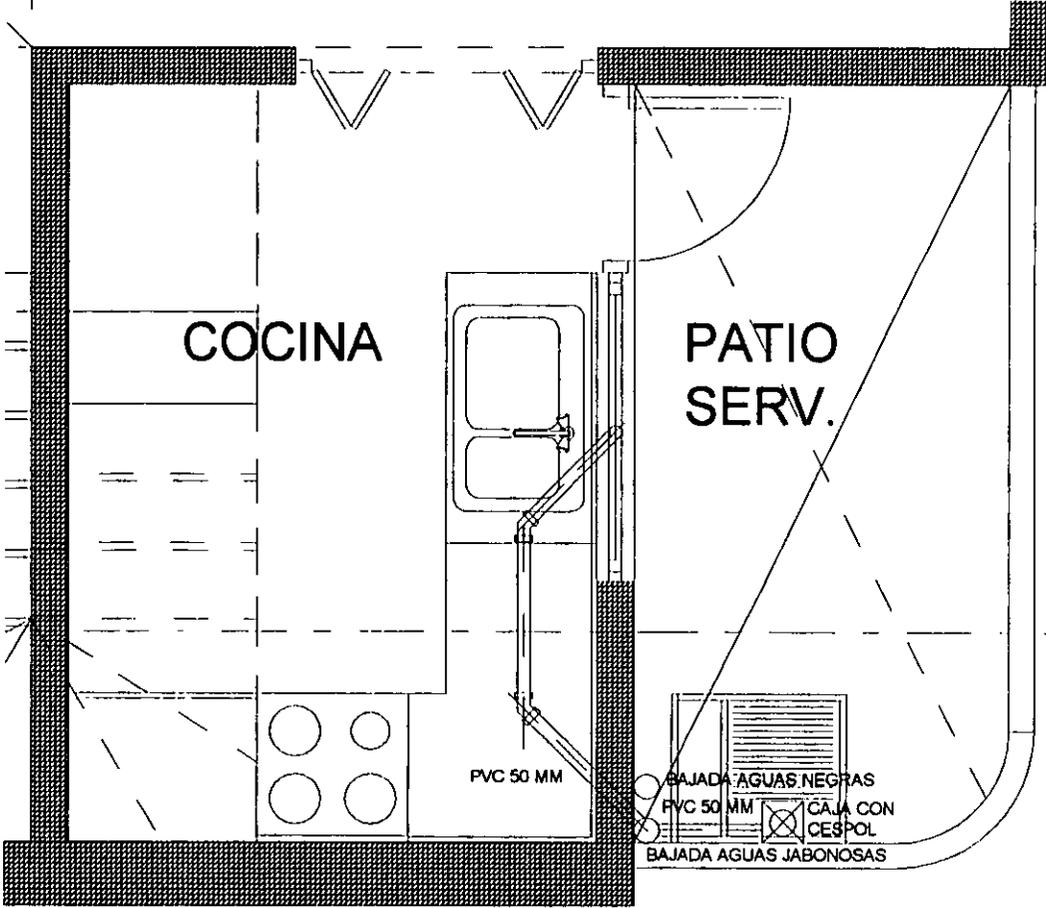
# INSTALACIÓN HIDRÁULICA



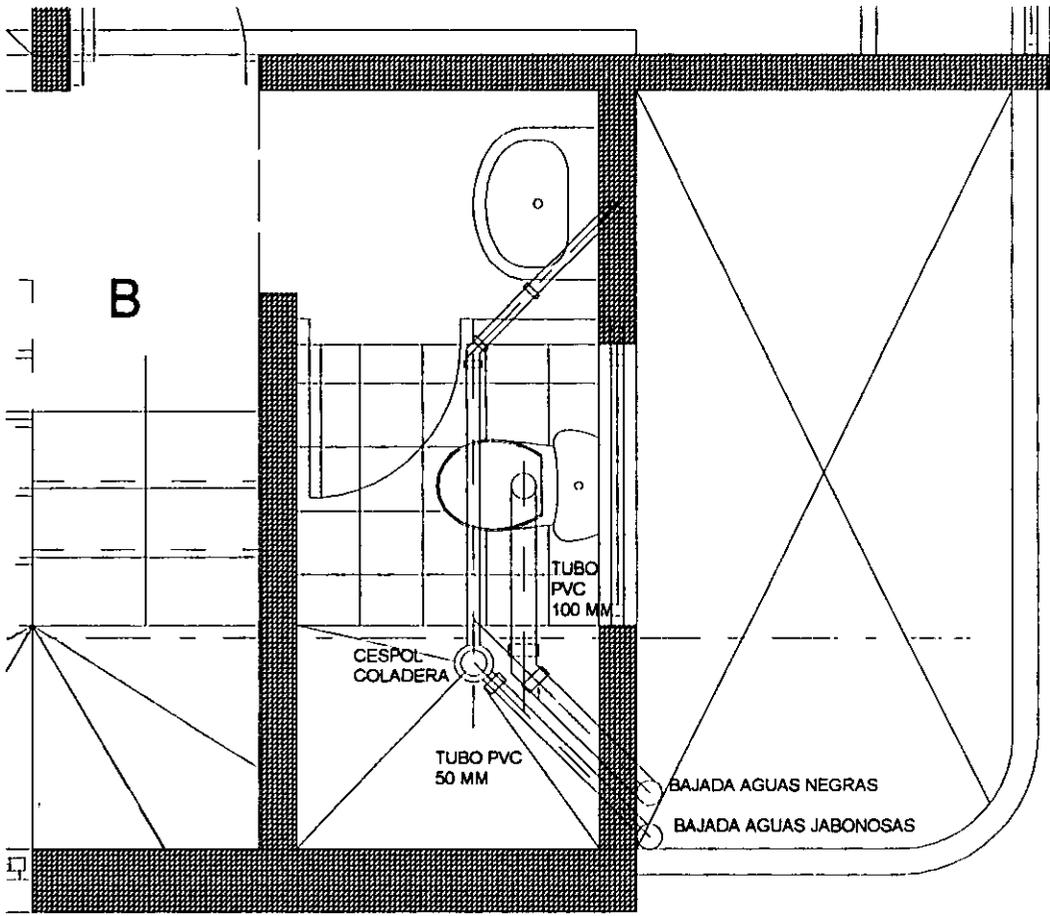
# INSTALACIÓN HIDRÁULICA



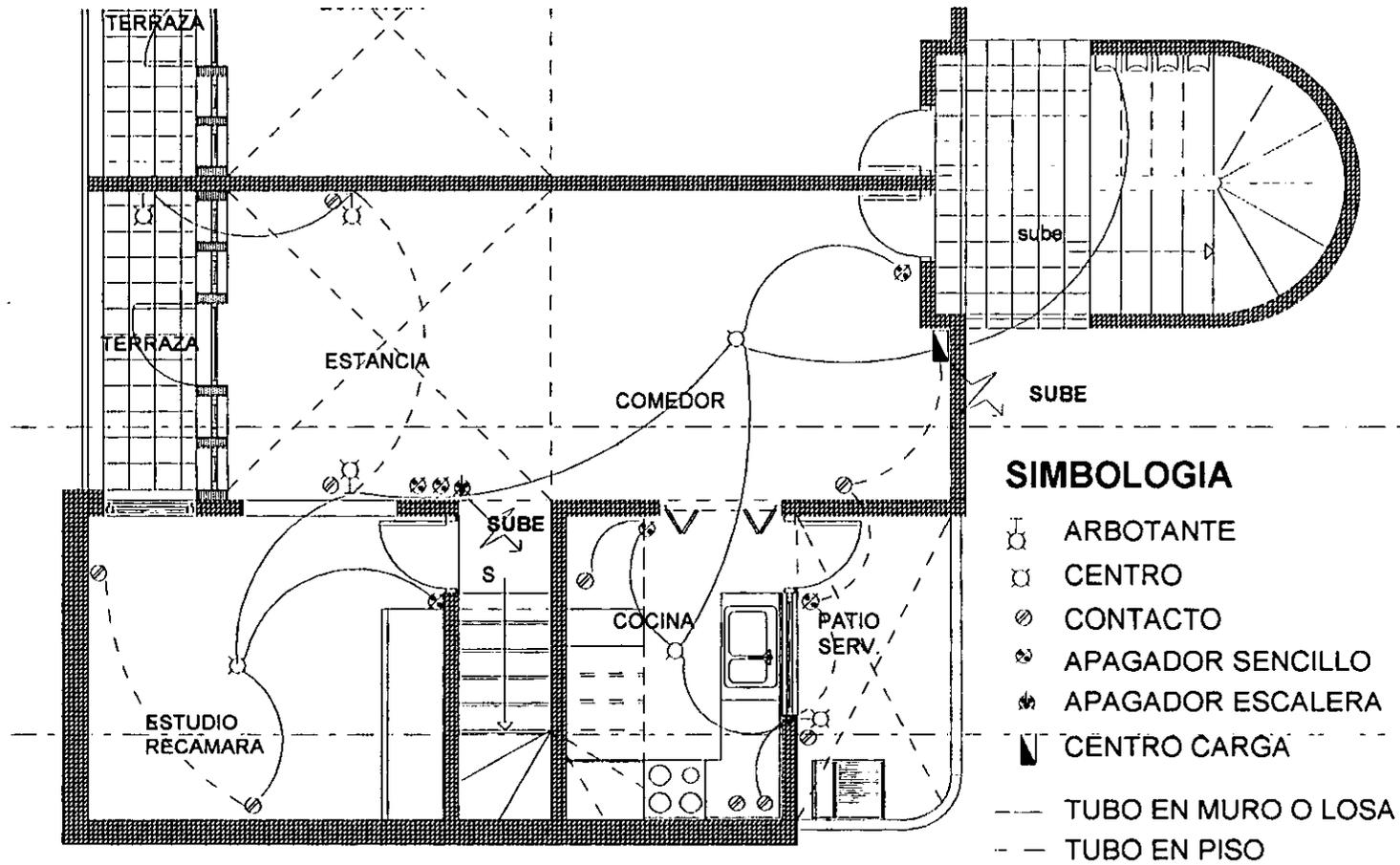
# INSTALACIÓN SANITARIA



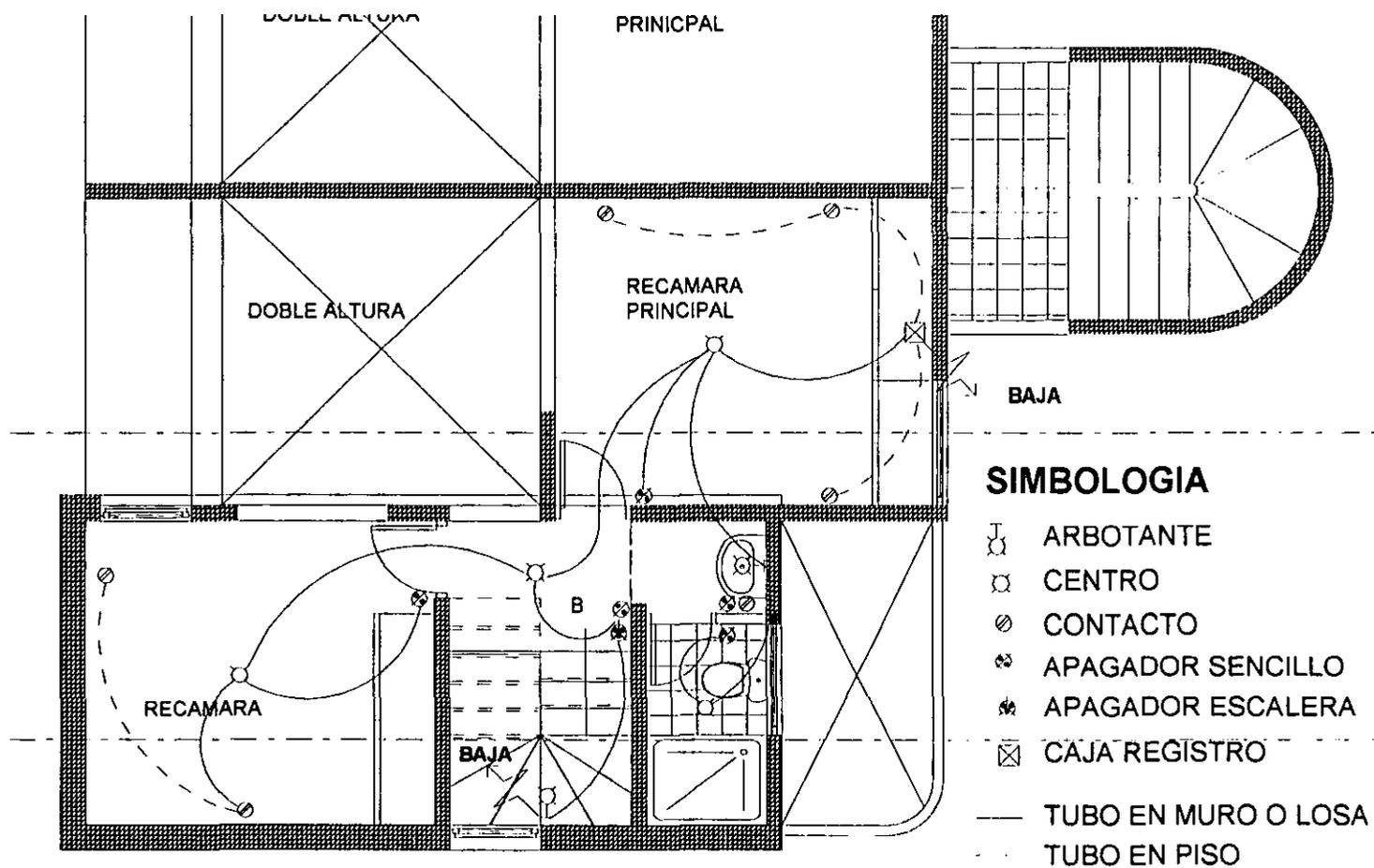
# INSTALACIÓN SANITARIA



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA



# INSTALACIÓN ELÉCTRICA



# ESPECIFICACIONES

De acuerdo a los analisis de las paginas anteriores se proponen los siguientes criterios para la elección de los materiales en las diferentes areas:

**Muros exteriores.** Se propone el uso de concreto aligerado con un espesor de 25 cm en los muros exteriores principal y laterales con lo que se tiene un bajo coeficiente térmico, en el posterior se realizara con tabique rojo recocido en un espesor de 13 cm.

**Losas de entrepiso y azotea.** Para un mejor aislamiento térmico y acustico se utiliza el sistema de vigueta de alma abierta y bovedilla de concreto con un peralte total de 23 cm con una capa de compresión de concreto de 5 cm reforzada con malla electrosoldada

**Acabados.** En los muros exteriores que tengan una orientación entre el arco SE-SO se propone un aplanado de mezcla cemento-arena con acabado rugoso y pintura vinilica blanca o en tonos muy claros con el fin de disipar el calor producido por la radiación solar, en los muros exteriores orientados hacia al norte se utilizará un aplanado de mezcla cemento-arena acabado fino con pintura viniliva de colores oscuros (calidos) para permitir la acumulación termica.

En la terraza se utilizara una loseta esmaltada antiderrapante con un bajo albedo, en las zonas públicas de la vivienda se colocara una loseta de color oscuro y en las privadas un acabado de loseta vinilica en colores calidos.

En las caras interiores de los muros se colocara yeso endurecido con cemento acabado a regla y plomo terminado con pasta texturizada de grano fino en colores claros.

En los plafones se colocará yeso endurecido con cemento acabado a nivel y rebla terminado con pintura vinilica de colores claros y de esmalte en cocina y baño.

Ventanería. De aluminio anodizado natural con perfiles de 2" tipo bolsa, con cristal de 4 mm, sellando el perímetro con acrilastic.

Instalación hidráulica. Con tubería tipo "M" y conexiones de cobre unidos con soldadura 50-50 para agua fría y 95-5 para agua caliente.

Instalación sanitaria. Con tubería reforzada y conexiones de PVC tipo para cementar unidos con pegamento

Instalación eléctrica. Con tubería poliducto, cajas de conexiones de acero galvanizado, cables de cobre tipo THHW, monitores polarizados, placas de aluminio y tablero de control QO-04 con pastillas termomagnéticas tipo enchufe.

## GLOSARIO

### A.

ABRIGAÑO. ES LA CAPACIDAD DE RETENCION DEL POLVO Y MATERIAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE POR LA VEGETACION, DEBIDO A LOS ACEITES NATURALES O AL FENÓMENO ELECTROSTÁTICO.

ABSORCIÓN. (FACTOR DE ). COCIENTE ENTRE LA ENERGIA ABSORBIDA POR UNA SUPERFICIE Y LA ENERGIA TOTAL INCIDENTE, SIEMPRE INFERIOR A 1.

AISLAMIENTO TERMICO. PROPIEDAD QUE TIENE UNA ELEMENTO DE IMPEDIR LA TRANSMISIÓN DE CALOR EN REGIMEN PERMANENTE; SE CARACTERIZA POR LA RESISTENCIA TERMICA DEL MATERIAL.

ACIMUT. ANGULO FORMADO POR EL PLANO VERTICAL DE UN ASTRO Y EL PLANO MERIDIANO DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN; UTILIZADO PRINCIPALMENTE PARA EL SOL.

ALBEDO. FACTOR DE REFLEXIÓN DE UNA SUPERFICIE; SE EXPRESA EN PORCENTAJE.

ALTURA. ANGULO QUE FORMA LA DIRECCIÓN DE UN ASTRO CON EL PLANO DEL HORIZONTE, PARA UN PUNTO DE OBSERVACIÓN DADO.

ANGULO DE INCIDENCIA. ANGULO QUE FORMA UN RAYO LUMINOSO CON LA PERPENDICULAR DEL PLANO, SIRVE PARA DETERMINAR LA ILUMINANCIA ENERGETICA DE UNA SUPERFICIE.

### B.

BIOMASA. CONJUNTO DE LOS SERES VIVIENTES Y DE LOS VEGETALES QUE PUEBLAN UN BIOTIPO. PUDE EXPRESARSE EN PESO, VOLUMEN O EN ENERGIA DISPONIBLE (KILOCALORIAS). LA BIOMASA FOSIL ES LA RESERVA DE MATERIAS

ORGANICAS MUERTAS QUE HAN SUFRIDO TRANSFORMACIONES QUIMICAS Y SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN FORMA DE HIDROCARBUROS SOLIDOS, LIQUIDOS Y GASEOSOS.

BOMBA DE CALOR. APARATO QUE SIRVE PARA TRASLADAR CALORIAS DE UN MEDIO "FRIO" A OTRO "CALIENTE" MEDIANTE UN GASTO ENERGETICO MENOS CON RELACION A LA ENERGIA TRANSPORTADA; ESTE APARATO ACTUA SOBRE EL CAMBIO DE ESTADO DE UN GAS QUE, CRONOLOGICAMENTE, ABSORBE Y RESTITUYE CALOR AL DESCOMPRIMIRLO Y COMPRIMIRLO A CONTINUACION.

### C.

CALOR ESPECIFICO. CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA PARA ELEVAR UN GRADO LA TEMPERATURA DE UN GRAMO DE MATERIA.

CALORIA. UNIDAD EMPLEADA PARA EVALUAR LAS CANTIDADES DE CALOR, SIENDO LA NECESARIA PARA ELEVAR 1°C LA TEMPERATURA DE UN GRAMO DE AGUA DE 14.5° A 15.5 °C A UNA PRESION ATMOSFERICA NORMAL.

CAPACIDAD CALORIFICA. CANTIDAD DE CALOR QUE PUEDE ALMACENAR UN CUERPO POR UNIDAD DE VOLUMEN; SE OBTIENE MULTIPLICANDO LA MASA DE VOLUMEN POR EL CALOR ESPECIFICO, SE EXPRESA EN W/M<sup>3</sup>.

CENIT. PUNTO DE LA ESFERA CELESTE SITUADO EN LA VERTICAL ASCENDENTE DEL OBSERVADOR.

COEFICIENTE "G". COEFICIENTE DE PERDIDA DE VOLUMEN, ES EL COCIENTE ENTRE LAS PERDIDAS TOTALES Y EL GRADO DE DIFERENCIA ENTRE EL INTERIOR Y EL EXTERIOR DE UN LOCAL, POR SU VOLUMEN.

COEFICIENTE "K". LLAMADO TAMBIEN "CONDUCTANCIA"; INDICA LA PROPIEDAD DE UNA PARED DE CONDUCIR EL CALOR PARA UNA SUPERFICIE UNITARIA. CUANTO MAYOR SE A EL COEFICIENTE, MAYOR SERA EL CALOR TRANSMITIDO, SE EXPRESA EN W/M<sup>2</sup> °C.

CONFORT TERMICO. LLAMADO TAMBIEN "TERMO-HIGROMETRICO", SENSACIÓN COMPLEJA QUE DEPENDE DE FACTORES FISICOS, FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS. ESTA SENSACIÓN CORRESPONDE A AQUELLAS CONDICIONES EN LAS CUALES EL CUERPO HUMANO NO DEBE PONER EN JUEGO SUS MECANISMOS NATURALES CONTRA EL FRÍO Y EL CALOR.

CONSTANTE SOLAR. CORRESPONDE A LA RADIACIÓN SOLAR RECIBIDA PERMANENTEMENTE POR LA TIERRA, ES DECIR 2 CALORIAS/MINUTO/CM<sup>2</sup> DE SUPERFICIE PERPENDICULAR A LA RADIACIÓN O 0.14 W/CM<sup>2</sup>.

CUERPO NEGRO. CUERPO TEORICO QUE SE SUPONE CAPAZ DE ABSORBER LA TOTALIDAD DE LAS RADIACIONES A LA QUE ES SOMETIDO Y DE VOLVERLAS A EMITIR INTEGRAMENTE. ESTE TERMINO SIRVE PARA DETERMINAR LOS MATERIALES CUYO FACTOR DE ABSORCIÓN O DE EMISIÓN SE APROXIMA AL VALOR IDEAL.

D.

DEPRESIÓN. ZONA DE BAJAS PRESIONES ATMOSFERICAS.

DESFASAJE. CONSECUENCIA DE LA INERCIA TERMICA DE UNA PARED, CARACTERIZADA POR UN RETRASO DE LAS SEÑALES TERMICAS EXTERIORES Y POR UNA DISMINUCIÓN EN LA AMPLITUD DE LA ONDA TERMICA.

DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO. SEÑALA LAS CONDICIONES TERMICAS E HIGROMETRICAS EXTERIORES EN LAS CUALES LA RESPUESTA TERMICA DE UN EDIFICIO SALE DE LA ZONA DE CONFORT.

DIAGRAMA PSICROMETRICO. DA EL CURSO APARENTE DEL SOL Y LA ENERGIA APORTADA POR LA RADIACIÓN SOLAR PARA UN PLANO DE ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN CONOCIDOS.

E.

ECOSISTEMA. INTEGRACIÓN DE LA BIOCENOSIS (COMUNIDAD DE PLANTAS Y ANIMALES QUE PUEBLAN UN BIOTIPO EN UNA EPOCA DADA) A LOS FACTORES DEL MEDIO EN UN SISTEMA FUNCIONAL.

EFFECTO DE INVERNADERO. FENOMENO PROVOCADO POR UNA PARED TRANSLUCIDA PUESTA SOBRE UN RECINTO CERRADO. DEBIDO A LA TRANSPARENCIA SELECTIVA DE CIERTOS MATERIALES, COMO EL VIDRIO, QUE SON OPACOS A LAS RADIACIONES CUYA LONGITUD DE ONDA SOBREPASA 3 MICROMETROS (INFRARROJO LEJANO) PROCEDENTE DE SUPERFICIES DE BAJA TEMPERATURA. SE TRADUCE POR UNA BUENA PENETRACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR, POR FORMAR UNA BARRERA FRENTE A LAS RADIACIONES INFRARROJAS Y POR UNA DISMINUCIÓN DE LAS PERDIDAS POR CONVECCIÓN.

EQUINOCCIO. DIAS DEL AÑO EN LOS QUE EL EJE DE LA TIERRA SE ENCUENTRA EN EL PLANO DE LA ELIPTICA Y CUYO TRAZADO EN EL MISMO ES TANGENTE A LA MISMA ELIPTICA (21 DE MARZO Y 21 DE SEPTIEMBRE). LA ALTURA DEL SOL ES IGUAL AL ANGULO COMPLEMENTARIO DE LA LATITUD DEL LUGAR.

F.

FLUJO ENERGETICO. CANTIDAD DE ENERGIA CORRESPONDIENTE A UNA ILUMINANCIA ENERGETICA DADA.

FUSIÓN. PASO DE UN CUERPO SOLIDO AL ESTADO LIQUIDO POR AL ACCIÓN DEL CALOR.

G.

GRADIENTE. DIFERENCIA DE VALOR PARA UN FENOMENO ENTRE DOS PUNTOS DEL ESPACIO EN UN MISMO MOMENTO (TEMPERATURA, PRESIÓN...).

GRADOS-DÍA. DIFERENCIAS ACUMULADAS DURANTE UN PERIODO DE "N" DIAS, ENTRE LA TEMPERATURA BASE INTERIOR Y LA EXTERIOR MEDIA DE LA PARED CONSIDERADA.

H.

HOMOTERMIA. FENOMENOS FISIOLÓGICOS QUE PERMITEN MANTENER CONSTANTE LA TEMPERATURA DEL CUERPO HUMANO A PESAR DE LAS DIFERENTES FORMAS DE INTERCAMBIO TÉRMICO A LAS QUE ESTE SOMETIDO.

I.

ILUMINANCIA ENERGÉTICA. POTENCIA INSTANTÁNEA DE UNA RADIACIÓN; SE EXPRESA EN  $W/M^2$ .

INERCIA TÉRMICA. PROPIEDAD QUE TIENE UN MATERIAL DE RETRASAR Y DISMINUIR LA ONDA TÉRMICA EXTERIOR AL TRANSMITIRLA AL AMBIENTE INTERIOR.

ISOTROPIA. SE DICE DE LA EMISIÓN RADIATIVA O DE LA REFLEXIÓN DIFUSA DE UNA SUPERFICIE, CUANDO SE PRODUCE CON LA MISMA INTENSIDAD EN TODAS DIRECCIONES.

J.

JULIO. UNIDAD CORRESPONDIENTE A LA ENERGÍA NECESARIA PARA DESPLAZAR UNA MASA DE UN KILOGRAMO A UNA DISTANCIA DE UN METRO.

L.

LINEA ISOBARICA. EN UN MAPA METEOROLÓGICO, ES EL CONJUNTO DE LOS PUNTOS SOMETIDOS A UNA MISMA PRESIÓN ATMOSFERICA.

LINEA ISOTERMICA. EN UN MAPA METEOROLÓGICO, ES EL CONJUNTO DE PUNTOS CON UNA MISMA TEMPERATURA.

LONGITUD DE ONDA. CARACTERISTICA DE UN FENOMENO ONDULATORIO, DISTANCIA QUE SEPARA DOS FASES CONSECUTIVAS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO.

M.

METABOLISMO. CONJUNTO DE TRANSFORMACIONES QUIMICAS Y BIOLOGICAS QUE SE PRODUCEN EN EL CUERPO HUMANO DESPRENDIENDO CALOR.

MACROCLIMA. CONDICIONES CLIMATICAS PROPIAS DE UNA VASTA REGIÓN DE LA SUPERFICIE TERRESTRE.

MICROCLIMA. CONDICIONES CLIMATICAS PROPIAS DE UNA PEQUEÑA EXTENSIÓN DE LA SUPERFICIE TERRESTRE, ES EL MACROCLIMA MODIFICADO POR LAS CARACTERISTICAS FISICAS PARTICULARES DE ESA ZONA.

P.

PASIVO. PRINCIPIO DE CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GANANCIAS TERMICAS CAPAZ DE FUNCIONAR POR SI MISMO, SIN APORTACIÓN DE ENERGIA EXTERIOR Y QUE IMPLICA TECNOLOGIAS SENCILLAS SIN EQUIPOS.

PESO ESPECIFICO. PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE UN CUERPO HOMOGENEO.

PINTURA SELECTIVA. TIENE UN GRAN PODER ABSORBENTE Y UN COEFICIENTE DE EMISIÓN DÉBIL, Y AL APLICARSE SOBRE EL ABSORBENTE HACE AUMENTAR SU RENDIMIENTO TÉRMICO (ELEVACIÓN DE LA TEMPERATURA).

PROCEDIMIENTO FOTOVOLTAICO. PRINCIPIO QUE PERMITE TRANSFORMAR LA RADIACIÓN SOLAR EN ELECTRICIDAD GRACIAS A UNOS SEMICONDUCTORES.

PUNTE TÉRMICO. ELEMENTO O PARTE DE UNA PARED QUE POR SU NATURALEZA O APLICACIÓN, SE CONVIERTE EN UN PUNTO DÉBIL DEL AISLAMIENTO TÉRMICO, NO OFRECIENDO EL MISMO COEFICIENTE DE RESISTENCIA TÉRMICA QUE EL RESTO DEL MURO.

R.

RADIACIÓN TERRESTRE. ES LA ENERGIA QUE VUELVE A EMITIR LA TIERRA COMO RADIACIÓN DE GRAN LONGITUD DE ONDA, DESPUES DE ABSORBERLA EN FORMA DE RADIACIÓN SOLAR CON UNA PEQUEÑA LONGITUD DE ONDA.

RÉGIMEN PERMANENTE. SE LLAMA ASI AL RÉGIMEN TEORICO EN EL CUAL EL GRADIENTE TÉRMICO ENTRE LAS DOS CARAS DE UNA PARED SE SUPONE CONSTANTE.

RÉGIMEN VARIABLE. AQUEL EN EL CUAL EL FLUJO CALORIFICO EXTERIOR ES VARIABLE Y DEVUELTO A UNA ONDA DE PERIODO CONSTANTE IGUAL A 24 HORAS, EN EL TRANSCURSO DE LAS CUALES, VARIA EL GRADIENTE TÉRMICO ENTRE LAS DOS CARAS DE UNA PARED.

RESISTENCIA TÉRMICA. PROPIEDAD QUE TIENE UN MATERIAL DE NO SER ATRAVESADO POR EL CALOR, EN RÉGIMEN PERMANENTE ES LO CONTRARIO DE LA CONDUCTANCIA TÉRMICA O COEFICIENTE "K", SE EXPRESA EN  $M^2C/W$ .

S.

SOLSTICIO. DIAS DEL AÑO EN LOS QUE EL EJE DE ROTACIÓN DE LA TIERRA SE HALLA EN EL PLANO PERPENDICULAR AL PLANO DE LA ELIPTICA, PASANDO POR EL CENTRO DEL SOL (21 DE DICIEMBRE Y 21 DE JUNIO), LA ALTURA DEL SOL A MEDIODIA ES LA MAYOR O LA MAS PEQUEÑA DEL AÑO Y EQUIVALE A:  $90^\circ - \text{LATITUD} \pm 23^\circ 27'$ .

T.

TERMOCIRCULACIÓN. ES EL MOVIMIENTO DE UN FLUIDO DEBIDO A SU CALENTAMIENTO DIFERENCIAL Y AL GRAVEDAD.

TROPICO DE CANCER. CIRCULO DE LA ESFERA TERRESTRE, SITUADOS EN EL HEMISFERIO NORTE, PARALELO AL ECUADOR A UNA DISTANCIA DE  $23^\circ 27'$  Y QUE CORRESPONDE AL PASO DEL SOL POR EL CENIT EN EL SOLSTICIO DE VERANO.

TROPICO DE CAPRICORNIO. CIRCULO DE LA ESFERA TERRESTRE, SITUADOS EN EL HEMISFERIO SUR, PARALELO AL ECUADOR A UNA DISTANCIA DE  $23^\circ 27'$  Y QUE CORRESPONDE AL PASO DEL SOL POR EL CENIT EN EL SOLSTICIO DE INVIERNO.

V.

VATIO. UNIDAD DE FUERZA QUE CORRESPONDE A UNA ENERGIA DE UN JULIO POR SEGUNDO.

VOLANTE TERMICO. (REGULADOR TERMICO). MASA COMPUESTA POR UNO O VARIOS MATERIALES QUE PUEDEN CONSTITUIR LA PARED DE UNA VIVIENDA, DESTINADA A REGULARIZAR EL BALANCE TERMICO DE LA ENVOLTURA HABITABLE.

## BIBLIOGRAFIA

1. P. BARDOU Y V. ARZOUMANIAN, "SOL Y ARQUITECTURA", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., BARCELONA, 1981.
2. J. IZARD Y A. GUYOT, "ARQUITECTURA BIOCLIMATICA", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., BARCELONA 1983.
3. GAY-FAWCETT, "INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., BARCELONA 1974.
4. B. J. BRINKWORTH, "ENERGIA SOLAR PARA EL HOMBRE", H. BLUME EDICIONES, MADRID 1981.
5. PLEA 84, MEXICO, "PONENCIAS Y MONOGRAFIAS PRESENTADAS EN EL SEMINARIO SOBRE ECOTECNICAS APLICADAS A LA VIVIENDA", MEXICO 1984.
6. S. V. SZOKOLAY, "ENERGIA SOLAR Y EDIFICACIÓN", EDITORIAL BLUME, BARCELONA 1980.
7. EVERARDO HERNANDEZ H. "CLIMATIZACIÓN EOLICA-SOLAR DE ESCUELAS EN CLIMAS CALIDO-HUMEDOS", CONESCAL # 48, MEXICO 1978.
8. DAVID WRIGTH, "ARQUITECTURA SOLAR NATURAL", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., MEXICO 1983.
9. ERNESTO, GIORGIO Y GIANCARLO PUPPO, "SOL Y DISEÑO", BOIXAREU EDITORES, BARCELONA 1980.
10. DE. DOUGLAS H. K. LEE, "FISIOLOGIA, CLIMA Y ARQUITECTURA", PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE LA CONSTRUCCIÓN, CUBA.
11. AJOBALNCO, "ENERGIS LIBRES", AJOBLANCO EDICIONES, S. A., BARCELONA 1977.

12. FERNANDO RAMON, "ROPA, SUDOR Y ARQUITECTURAS", H. BLUME EDICIONES, ESPAÑA 1980.
13. A. CORNOLDI Y SERGIO LOS, "HABITAT Y ENERGIA", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., BARCELONA 1982.
14. EDWARD ALLEN, "LA CASA OTRA", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., BARCELONA 1978.
15. KEN KERN, "LA CASA AUTOCONSTRUIDA", EDITORIAL GUSTAVO GILI, S. A., BARCELONA 1982.
16. DOCUMENTOS TECNICOS No 1 AL 9, INFONAVIT 1978.
17. ACTUALITES-DOCUMENTS, "ENERGIES NOUVELLES, L'ENERGIE SOLAIRE", PREMIER MINISTRE, SERVICE D'INFORMATION ET DE DIFFUSION, MARS 1976 No 110, FRANCIA.
18. "LE BRICOLE LEZARDEUR", PARIS 1975.
19. V. ANDRADE, N. GARCIA Y H. SANCHEZ, "GEOGRAFIA UNO", EDITORIAL TRILLAS, MEXICO 1976.
20. RAFAEL CHANES, "DEODENDRON", EDITORIAL BLEME, ESPAÑA 1979.
21. JEAN PETIT, "LE CORBUSIER, LUI-MEME", EDITIONS ROUSSEAU, GENEVE 1970.
22. INFORMACIÓN CIENTIFICA Y TECNOLOGICA, "LA VIVIENDA EN MEXICO", CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, MEXICO 1983.
23. CONSTRUCCIÓN MEXICANA No 267 AL 270, NOVARO INTERNACIONAL, MEXICO 1982.
24. A. PLAZOLA, "ARQUITECTURA HABITACIONAL", EDITORIAL LIMUSA, MEXICO 1976.

25 INEGI. "CUADERNO ESTADISTICO DELEGACIONAL, XOCHIMILCO, DISTRITO FEDERAL", MEXICO 1999.

26 "URBANISMO BIOCLIMÁTICO" CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES EN LA ORDENACIÓN DE ASENTAMIENTOS, ESTHER HIGUERAS, ESPAÑA 2000.

27 LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL, ASAMBLEA LEGISLATIVA DEL DISTRITO FEDERAL, 13 ENERO 2000.

28 LEY DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL, ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL DISTRITO FEDERAL, 23 FEBRERO 1999.

29 GUÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS NORMAS DE ORDENACIÓN, PROGRAMAS DELEGACIONALES DE DESARROLLO URBANO, SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, 25 OCTUBRE 2000.

## INSTITUCIONES RELACIONADAS

ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE MEXICO, Puente de Alvarado 58,  
D.F. 1, México

ASOCIACION NACIONAL DE ENERGIA SOLAR, Apartado Postal 20-633, 01000,  
México, D.F.

CENTRO DE ESTUDIOS ECONOMICOS Y SOCIALES DEL TERCER MUNDO Coronel  
Porfirio Díaz 50, San Jerónimo Lídice, D.F. 20, México

CENTRO DE GRADUADOS E INVESTIGACION, INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA LAGUNA  
Apartado Postal 681, Cuauhtemoc y Revolución, Torreón, 27000, Coahuila

CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS, INSTITUTO POLITECNICO  
NACIONAL, P.O. Box 14-740, Ave. Instituto Politécnico Nacional, 2508, 07000, México, D.F.

DEPARTAMENTO DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGIA, DIVISION FUENTES  
DE ENERGIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS, Apartado Postal 475, Cuernavaca,  
62000, Morelos

DEPARTAMENTO DE GESTION TECNOLOGICA, INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PAZ,  
Apartado Postal 243, Bd. Forjadores de B.C.S. s/n, La Paz B.C.S., 23050

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA TERMICA, INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY, Avenida Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Monterrey, 64849, Nuevo  
León, Sucursal de Correos J, Monterrey, 64849, Nuevo León

ESCUELA DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD ANAHUAC, Lomas Anahuac, D.F. 010844,  
México

GRUPO DEL SOL S.C. Ave. Acueducto, 402-B, 14370, México, D.F.

INSOLAR & METRIX S.A., Apartado Postal 11-769, Loma Bonita 18-2, Lomas Altas,  
México, D.F., 11950

INSTITUTO DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, Apdo.  
Postal 70-472, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES, UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO, Circuito Exterior, Apartado Postal 70-360, Ciudad Universitaria, 04510,  
México, D.F.

INSTITUTO MEXICANO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, Dr. Vertiz 724,,  
03020, México, D.F.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE QUERETARO, Avenida Tecnológico Querétaro, Querétaro,  
76000

OFICINA DE COORDINACION GENERAL, PETROLEOS MEXICANOS, C.P. 11311,  
Avenida Marina Nacional 329, Piso 24, Torre Ejecutiva, D.F. 17, México

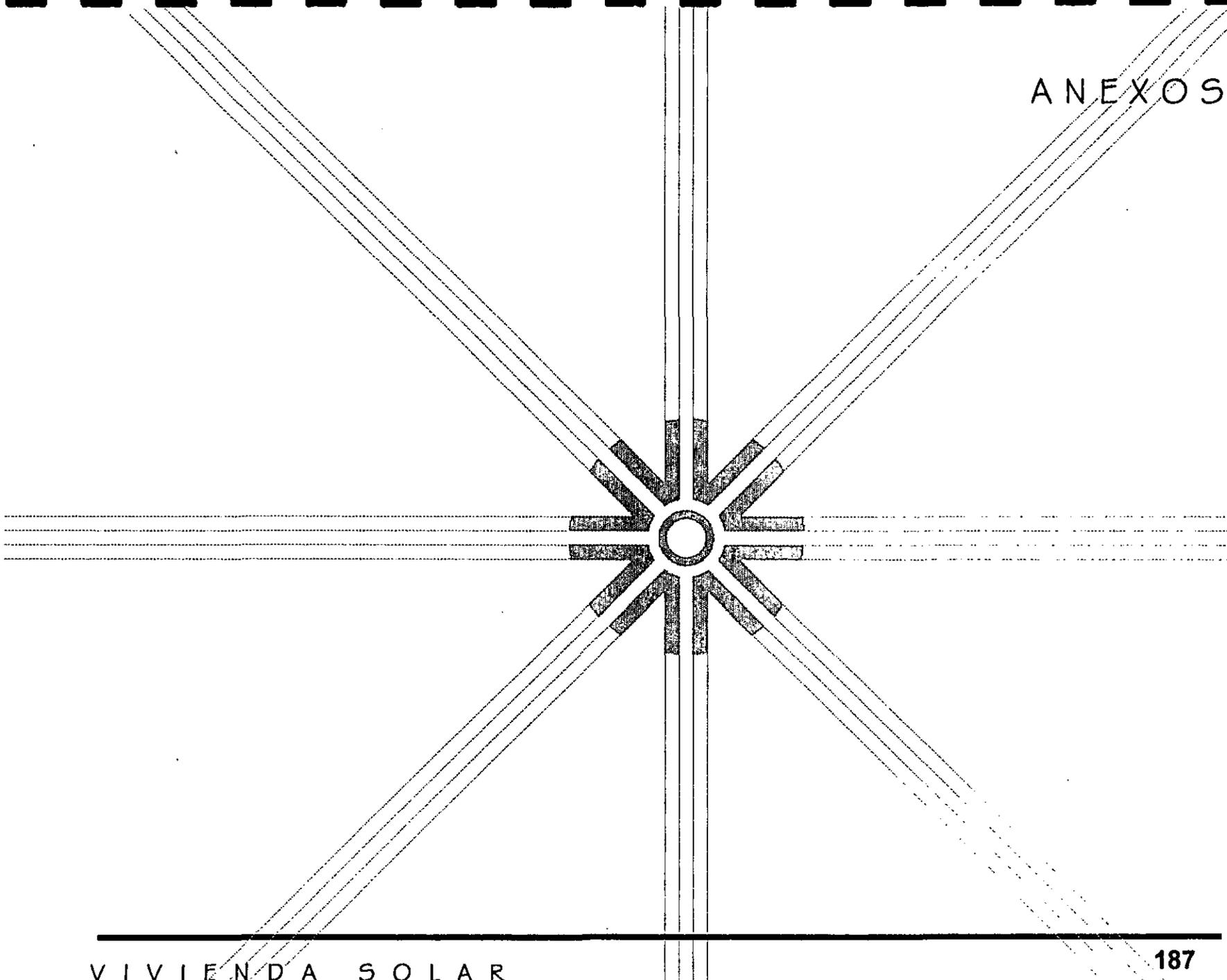
PLANTEL IZTAPALAPA, UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA, Av. Michoacán y la  
Purísima, Col. Vicentina, 09340, México, D.F.

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO Edificio de la Dirección General de Servicios de Computo Académico P.B., Circuito  
exterior, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

SECCION DE ELECTRONICA, DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA, CENTRO DE  
INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, P.O. Box 14-  
740, Ave. Instituto Politécnico Nacional, 2508, 07360, México, D.F.

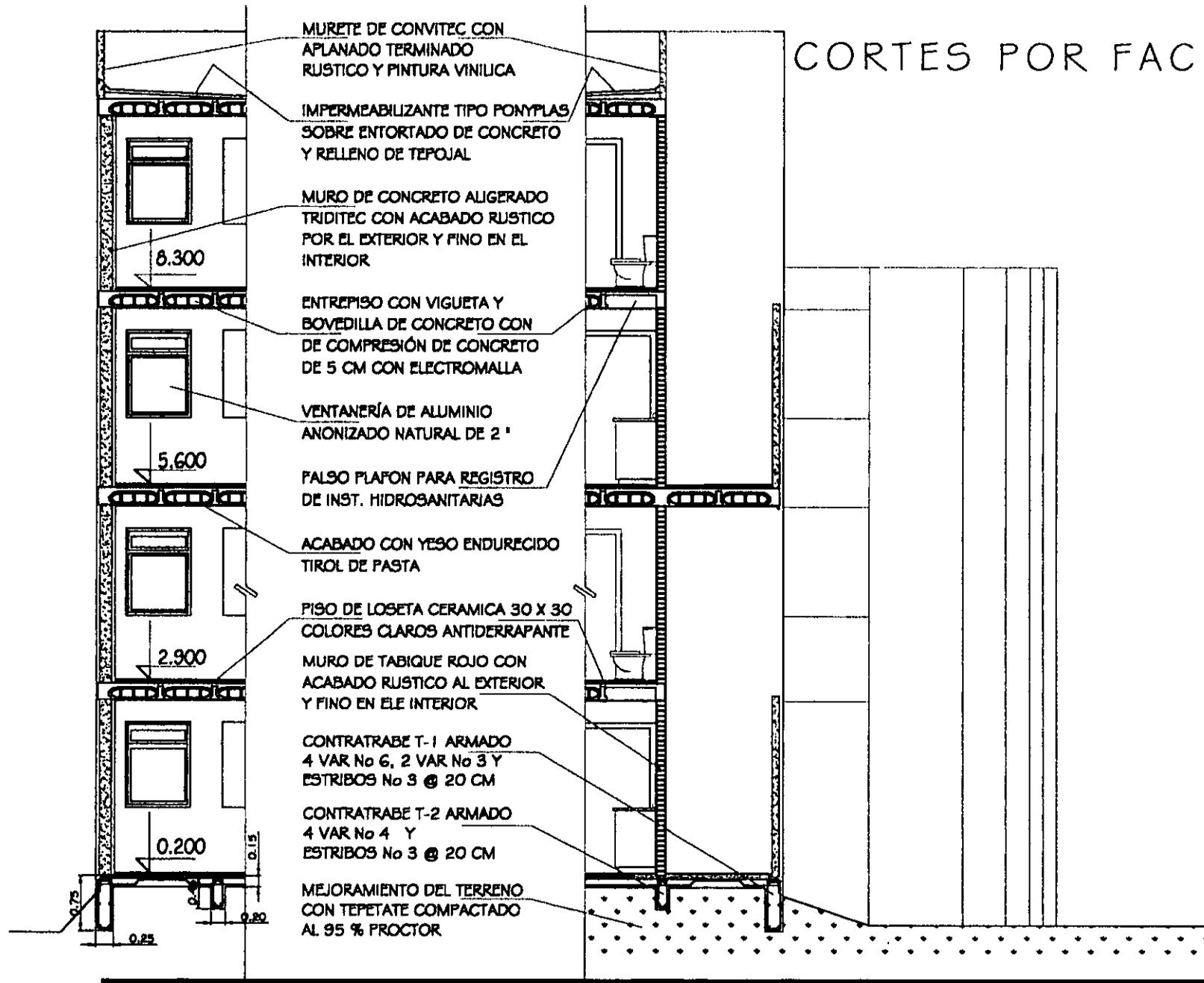
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA, Vicente Guerrero y Escorza, Chihuahua,  
Chihuahua

ANEXOS



VIVIENDA SOLAR

# CORTES POR FACHADA



MURETE DE CONVITEC CON  
APLANADO TERMINADO  
RUSTICO Y PINTURA VINILICA

IMPERMEABILIZANTE TIPO PONYPLAS  
SOBRE ENTORTADO DE CONCRETO  
Y RELLENO DE TEPOJAL

MURO DE CONCRETO ALIGERADO  
TRIDITEC CON ACABADO RUSTICO  
POR EL EXTERIOR Y FINO EN EL  
INTERIOR

8.300

ENTREPISO CON VIGUETA Y  
BOVEDILLA DE CONCRETO CON  
DE COMPRESIÓN DE CONCRETO  
DE 5 CM CON ELECTROMALLA

VENTANERÍA DE ALUMINIO  
ANONIZADO NATURAL DE 2"

5.600

FALSO PLAFON PARA REGISTRO  
DE INST. HIDROSANITARIAS

ACABADO CON YESO ENDURECIDO  
TIROL DE PASTA

PISO DE LOSETA CERAMICA 30 X 30  
COLORES CLAROS ANTIDERRAPANTE

2.900

MURO DE TABIQUE ROJO CON  
ACABADO RUSTICO AL EXTERIOR  
Y FINO EN ELE INTERIOR

CONTRABE T-1 ARMADO  
4 VAR No 6, 2 VAR No 3 Y  
ESTRIBOS No 3 @ 20 CM

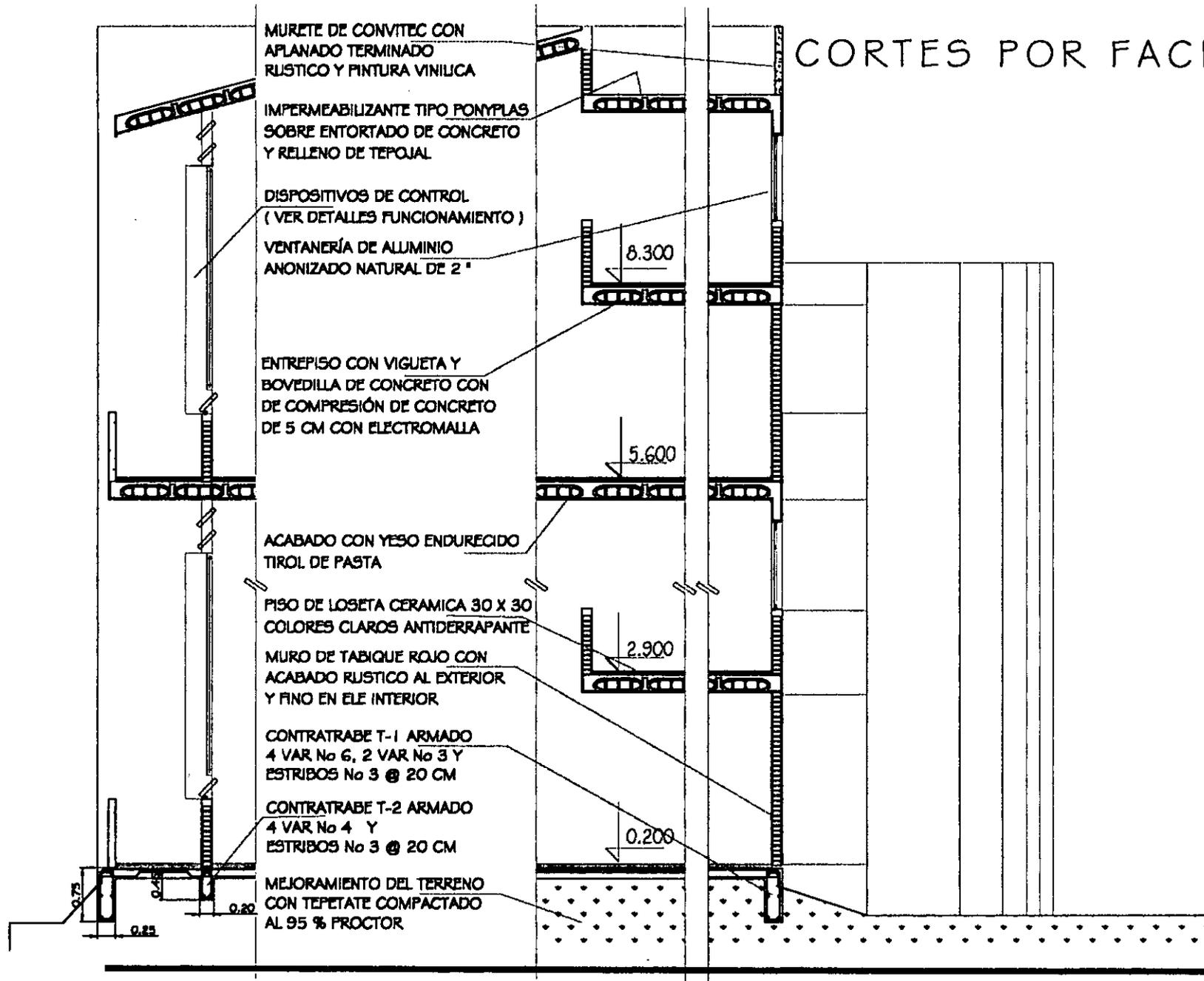
CONTRABE T-2 ARMADO  
4 VAR No 4 Y  
ESTRIBOS No 3 @ 20 CM

0.200

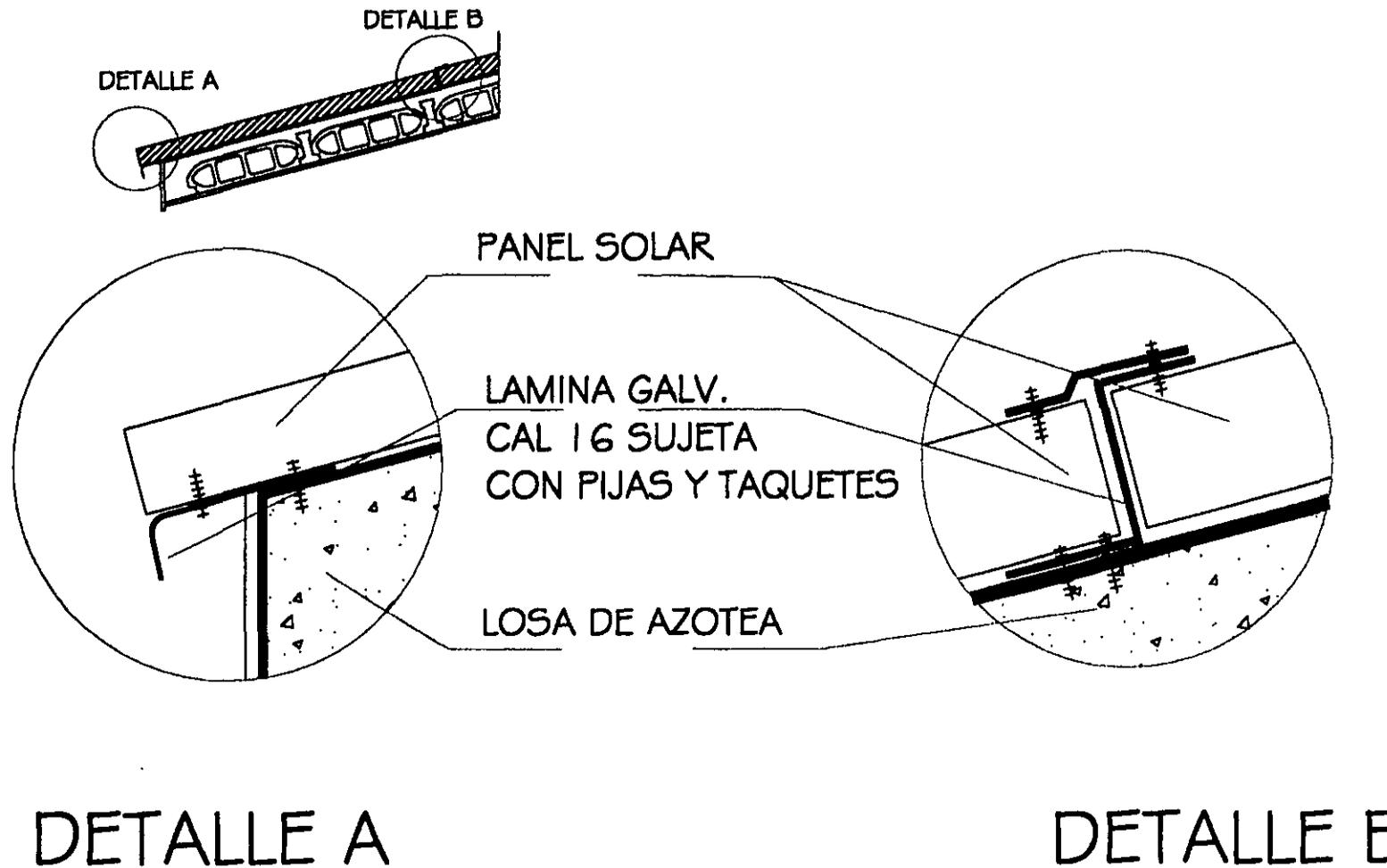
MEJORAMIENTO DEL TERRENO  
CON TEPETATE COMPACTADO  
AL 95 % PROCTOR

0.75  
0.25  
0.15  
0.80

# CORTES POR FACHADA



# DETALLES PANEL SOLAR



FUENTE: CONAE

EVALUACION DE COLECTORES SOLARES PLANOS  
Modelo propuesto por Duffie & Beckmann

CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERDIDAS (Ecuación de Klein)  
Pérdidas hacia arriba  $U_t$

$$U_t = \left( \frac{N}{(344/T_p)[(T_p - T_a)/(N + f)]^{0.31} + \frac{1}{h_w}} \right)^{-1} + \frac{\sigma(T_p + T_a)(T_p^2 + T_a^2)}{[\epsilon_p + 0.0245N(1 - \epsilon_p)]^{-1} + [(2N + f - 1)/\epsilon_g] - N}$$

$N$  = numero de cubiertas de vidrio;

$$f = (1.0 - 0.04h_w + 5.0 \times 10^{-4} h_w^2)(1 + 0.058N);$$

$\epsilon_g$  = emitancia de vidrio (0.88);

$\epsilon_p$  = emitancia de la placa;

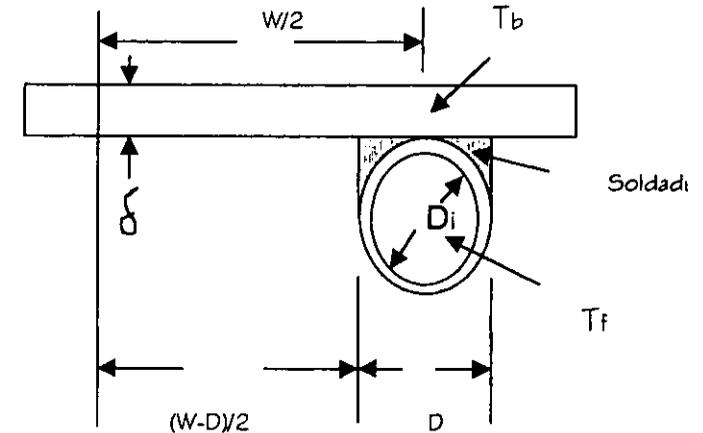
$T_a$  = temperatura ambiente ( $^{\circ}K$ );

$T_p$  = temperatura de placa ( $^{\circ}K$ );

$$h_w = 5.7 + 3.8V \quad (W / m^2 \text{ } ^{\circ}K);$$

$V$  = velocidad del viento ( $m / s$ )

EFICIENCIA DE ALETA



$$F = \frac{[\tanh m(W - D) / 2]}{m(W - D) / 2};$$

$$m = \sqrt{\frac{U_L}{k\delta}}$$

Pérdidas hacia abajo  $U_b$

$$U_b = \frac{k}{L}$$

$k$  = conductividad termica del aislante ( $W / m^{\circ}K$ );

$L$  = espesor del aislante ( $m$ ).

$$U_L = U_t + U_b$$

FACTOR F'

$$F' = \frac{1/U_L}{W \left[ \frac{1}{U_i [D + (W - D)F]} + \frac{1}{C_b} + \frac{1}{\pi D_i h_{t,i}} \right]}$$

$$C_b = \frac{k_b b}{\gamma}$$

$k_b$  = conductividad termica de la soldadura, (W / m °K);

$b$  = longitud de la soldadura, (m);

$\gamma$  = espesor promedio de la soldadura, (m)

$h_{t,i} = 300$  W / m<sup>2</sup> °K

TEMPERATURA DEL FLUIDO EN EL PUNTO 'y'

$$\frac{T_f - T_a - S/U_L}{T_{f,i} - T_a - S/U_L} = e^{-U_L W F' y / m C_p}$$

FACTOR DE REMOCION DEL CALOR F<sub>R</sub>

$$F_R = \frac{GC_p}{U_L} \left[ 1 - e^{-\frac{U_L F'}{GC_p}} \right]$$

CALOR UTIL ENTREGADO AL FLUIDO

$$Q_u = A_c F_R [S - U_L (T_{f,i} - T_a)]$$

$S = I(\tau\alpha)$

$I$  = irradiacion total

$\tau$  = trasmitancia del vidrio

$\alpha$  = absortancia de la placa

## ANÁLISIS FINANCIERO

De acuerdo al tipo de construcción y el área de la vivienda considerados se propone el sistema de financiamiento por medio de un crédito de FOVI del Banco de México de acuerdo a los siguientes datos:

|                            |            |                    |
|----------------------------|------------|--------------------|
| Superficie de construcción | 97.18      | m <sup>2</sup>     |
| Índice de precios softec   | 1,073.90   | udi/m <sup>2</sup> |
| Valor del udi considerado  | 2.75       | pesos              |
| Valor total de la vivienda | 286,994.41 | pesos              |
| Producto FOVI              | tipo B3    |                    |
| Alcance                    | 104,500    | udis               |
| Monto alcance              | 287,375.00 | pesos              |

Como puede apreciarse en los datos anteriores es factible el financiamiento de esta vivienda dentro del sistema Fovi del Banco de México, que tiene la ventaja de estar abierto a cualquier persona, sin que tenga que estar afiliado a ninguna institución gubernamental de vivienda.

Sin embargo, por el tipo de tema de esta tesis considero que es más relevante el estudio económico del sistema propuesto para el calentamiento de agua por lo que se presenta un análisis financiero detallado basado en el Programa de evaluación técnico - financiera para sistemas solares para calentamiento de agua en el sector doméstico, de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). Este programa puede bajarse del sitio web de la CONAE en internet.

## Hoja de Resultados

Fuente : CONAE

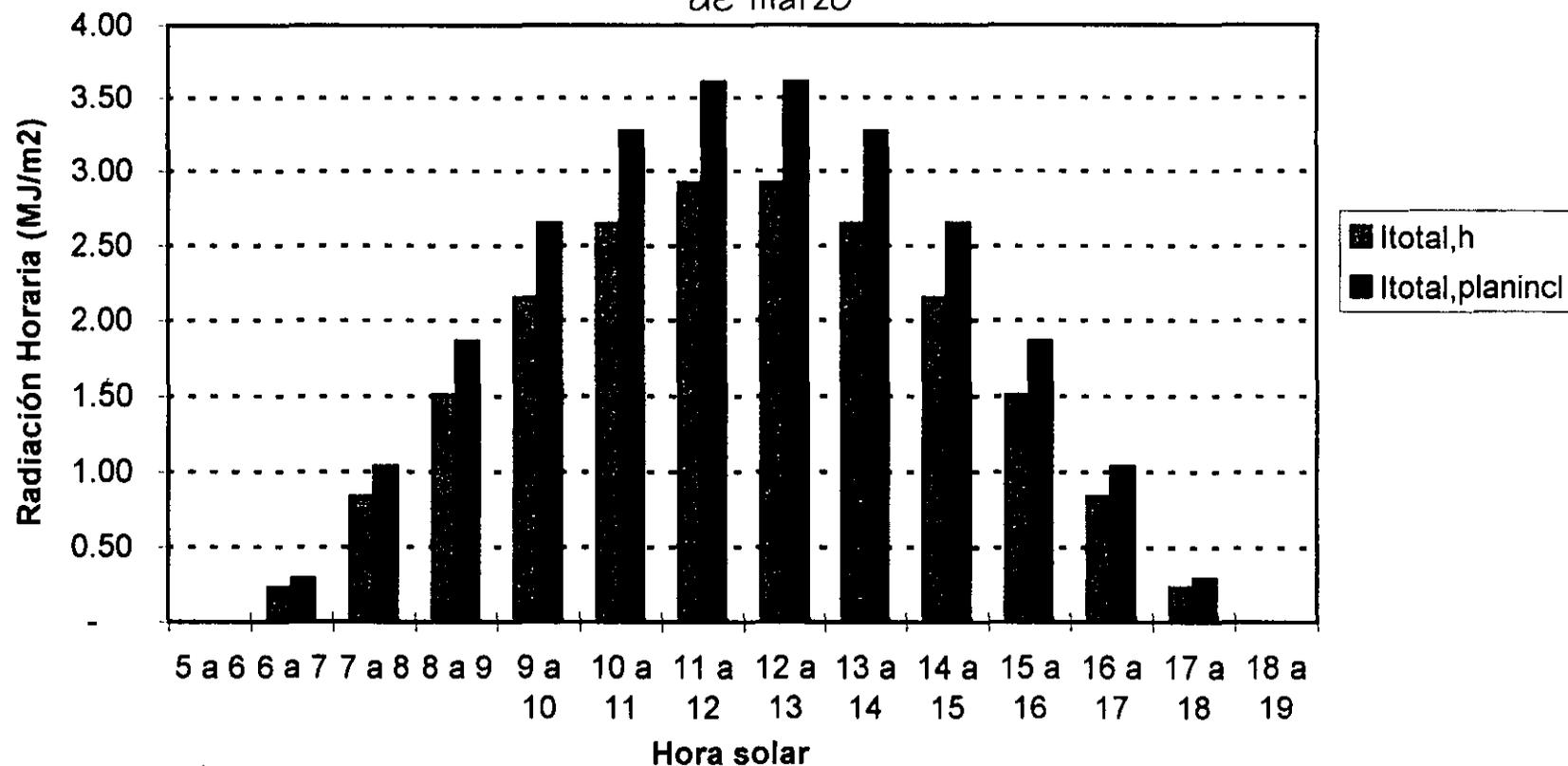
|   |                  |   |                          |
|---|------------------|---|--------------------------|
| Resultado del análisis para:            | Distrito Federal | Temp mínima del mes diseño              | 9.20 °C                  |
| Número de usuarios:                     | 7                | Promedio mensual anual de gas LP        | 38.65 kg/mes             |
| Area de colectores recomendada:         | 5 m2             | kWh de respaldo al año                  | 273.59                   |
| Tanque de almacenamiento:               | 180 l.           | Ahorro mensual de gas L.P.:             | 38.65 Kg.                |
| Vida útil del sistema calentador solar: | 20 años          | Beneficio/Costo                         | 1.68                     |
| Precio estimado del sistema:            | 8,349.00 M.N.    | Características del colector solar      |                          |
| VALOR PRESENTE NETO                     | 5,643.53 M.N.    | Material de la Placa:                   | Aluminio                 |
| Recuperación de la Inversión:           | 7.83 años        | Espesor de la Placa:                    | 0.001 m.                 |
| El proyecto es RENTABLE                 | 45.18% efic.     | Acabado de la Placa:                    | Negro mate               |
| FINANCIAMIENTO:                         | 48.00 meses.     | Material del Aislante:                  | Poliestireno             |
| Enganche:                               | 1,669.80 M.N.    | Espesor del Aislante:                   | 0.0508 m.                |
| Ahorro económico primer mes:            | 127.93 M.N.      | Suposiciones empleadas para el análisis |                          |
| Pago del préstamo (mensualidad fija):   | -276.83 M.N.     | Mes utilizado para dimensionamiento     | Marzo                    |
| Diferencia pago primero:                | -148.90 M.N.     | Radiación en la superficie horizontal   | 20.70 MJ /m <sup>2</sup> |
| Diferencia pago último:                 | -122.50 M.N.     | Radiación Proyectada en el colector     | 25.43 MJ /m <sup>2</sup> |
| Total pagado:                           | 13,381.37 M.N.   | Tasa real de descuento                  | 0.08 anual               |
| Total pagado con ahorros de GLP:        | 6,754.75 M.N.    | Interés                                 | 0.30 anual               |
| Total pagado por usuario:               | 6,626.62 M.N.    | Costo mantenimiento (c/5 años)          | 800.00 M.N.              |
|   |                  | Precio actual del gas l. p.             | 3.45 M.N./kg             |

## TABLA DE AMORTIZACIÓN

Cantidad prestada: \$6,679.20 Plazo en años: 4  
 Tasa de interés anual: 35.00% Pagos por año: 12

| No. | Fecha de pago | Saldo inicial | Interés | Capital | Saldo final | Interés acumulado | No. | Fecha de pago | Saldo inicial | Interés | Capital | Saldo final | Interés acumulado |
|-----|---------------|---------------|---------|---------|-------------|-------------------|-----|---------------|---------------|---------|---------|-------------|-------------------|
| 1   | 1/12/00       | 6,679.20      | 194.81  | 82.02   | 6,597.18    | 194.81            | 22  | 09/01/02      | 4,348.12      | 126.82  | 150.01  | 4,198.11    | 3,609.17          |
| 2   | 1/01/01       | 6,597.18      | 192.42  | 84.41   | 6,512.77    | 387.23            | 23  | 10/01/02      | 4,198.11      | 122.44  | 154.39  | 4,043.73    | 3,731.62          |
| 3   | 1/02/01       | 6,512.77      | 189.96  | 86.87   | 6,425.89    | 577.18            | 24  | 11/01/02      | 4,043.73      | 117.94  | 158.89  | 3,884.84    | 3,849.56          |
| 4   | 1/03/01       | 6,425.89      | 187.42  | 89.41   | 6,336.49    | 764.61            | 25  | 12/01/02      | 3,884.84      | 113.31  | 163.52  | 3,721.32    | 3,962.87          |
| 5   | 1/04/01       | 6,336.49      | 184.81  | 92.02   | 6,244.47    | 949.42            | 26  | 01/01/03      | 3,721.32      | 108.54  | 168.29  | 3,553.02    | 4,071.40          |
| 6   | 1/05/01       | 6,244.47      | 182.13  | 94.70   | 6,149.77    | 1,131.55          | 27  | 02/01/03      | 3,553.02      | 103.63  | 173.20  | 3,379.82    | 4,175.03          |
| 7   | 1/06/01       | 6,149.77      | 179.37  | 97.46   | 6,052.31    | 1,310.92          | 28  | 03/01/03      | 3,379.82      | 98.58   | 178.25  | 3,201.57    | 4,273.61          |
| 8   | 1/07/01       | 6,052.31      | 176.53  | 100.30  | 5,952.00    | 1,487.44          | 29  | 04/01/03      | 3,201.57      | 93.38   | 183.45  | 3,018.12    | 4,366.99          |
| 9   | 1/08/01       | 5,952.00      | 173.60  | 103.23  | 5,848.77    | 1,661.04          | 30  | 05/01/03      | 3,018.12      | 88.03   | 188.80  | 2,829.32    | 4,455.02          |
| 10  | 1/09/01       | 5,848.77      | 170.59  | 106.24  | 5,742.53    | 1,831.63          | 31  | 06/01/03      | 2,829.32      | 82.52   | 194.31  | 2,635.01    | 4,537.54          |
| 11  | 1/10/01       | 5,742.53      | 167.49  | 109.34  | 5,633.19    | 1,999.12          | 32  | 07/01/03      | 2,635.01      | 76.85   | 199.98  | 2,435.04    | 4,614.40          |
| 12  | 1/11/01       | 5,633.19      | 164.30  | 112.53  | 5,520.67    | 2,163.43          | 33  | 08/01/03      | 2,435.04      | 71.02   | 205.81  | 2,229.23    | 4,685.42          |
| 13  | 1/12/01       | 5,520.67      | 161.02  | 115.81  | 5,404.85    | 2,324.44          | 34  | 09/01/03      | 2,229.23      | 65.02   | 211.81  | 2,017.42    | 4,750.44          |
| 14  | 1/01/02       | 5,404.85      | 157.64  | 119.19  | 5,285.67    | 2,482.09          | 35  | 10/01/03      | 2,017.42      | 58.84   | 217.99  | 1,799.43    | 4,809.28          |
| 15  | 1/02/02       | 5,285.67      | 154.17  | 122.66  | 5,163.00    | 2,636.25          | 36  | 11/01/03      | 1,799.43      | 52.48   | 224.35  | 1,575.08    | 4,861.76          |
| 16  | 1/03/02       | 5,163.00      | 150.59  | 126.24  | 5,036.76    | 2,786.84          | 37  | 12/01/03      | 1,575.08      | 45.94   | 230.89  | 1,344.19    | 4,907.70          |
| 17  | 1/04/02       | 5,036.76      | 146.91  | 129.92  | 4,906.83    | 2,933.74          | 38  | 01/01/04      | 1,344.19      | 39.21   | 237.62  | 1,106.57    | 4,946.91          |
| 18  | 1/05/02       | 4,906.83      | 143.12  | 133.71  | 4,773.12    | 3,076.86          | 39  | 02/01/04      | 1,106.57      | 32.27   | 244.56  | 862.01      | 4,979.18          |
| 19  | 1/06/02       | 4,773.12      | 139.22  | 137.61  | 4,635.51    | 3,216.08          | 40  | 03/01/04      | 862.01        | 25.14   | 251.69  | 610.32      | 5,004.32          |
| 20  | 1/07/02       | 4,635.51      | 135.20  | 141.63  | 4,493.88    | 3,351.28          | 41  | 04/01/04      | 610.32        | 17.80   | 259.03  | 351.29      | 5,022.12          |
| 21  | 1/08/02       | 4,493.88      | 131.07  | 145.76  | 4,348.12    | 3,482.35          | 42  | 05/01/04      | 351.29        | 10.25   | 266.58  | 84.71       | 5,032.37          |

Distribución horaria de la radiación solar en Distrito Federal mes de marzo



Total en sup. horizontal = 20.563 MJ/m<sup>2</sup>

Total en sup. inclinada = 25.429 MJ/m<sup>2</sup>

Fuente : CONAE

## CONCLUSIONES

El diseño arquitectónico es un proceso complejo en el que interviene una enorme variedad de parámetros y factores, por lo que es usual perderse en una gran cantidad de información que la mayoría de las veces resulta inútil al no lograr una síntesis que permita un adecuado enfoque de las soluciones espaciales.

Existen varios métodos de diseño arquitectónico que sirven de guía en el proceso de definición de las condicionantes y requisitos de un proyecto determinado, en sus aspectos de economía, destino y ubicación. Sin embargo, en ninguno de ellos se establece con claridad el papel que debe asignarse a los elementos bioclimáticos, llegando en la mayoría de las veces sólo a una recopilación de datos físicos del entorno con definiciones muy generales al considerar datos de macroclima que poco ayudan en el proceso de diseño.

Por lo anterior, es importante que desde la preparación académica se le aporte al arquitecto las herramientas de análisis y síntesis de cada uno de los elementos bioclimáticos que intervienen en el diseño arquitectónico, sin llegar a una recopilación de datos exagerada que no tenga utilidad alguna, y teniendo siempre en cuenta que la definición del proyecto tiene que estar en relación directa con su entorno inmediato y no con características formales dictadas por una "moda" que esté en boga en ese momento.