

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY**

**DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**VIVIENDA EN MONTERREY CON PRINCIPIOS
DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS**

**CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA CIVIL
CON ACENTUACION EN ADMINISTRACION
DE LA CONSTRUCCION**

VERONICA IVETT GRANADOS RODRIGUEZ

DICIEMBRE DE 1999

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY**

**DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**VIVIENDA EN MONTERREY CON PRINCIPIOS
DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS**

**CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA CIVIL
CON ACENTUACION EN ADMINISTRACION
DE LA CONSTRUCCION**

VERONICA IVETT GRANADOS RODRIGUEZ

DICIEMBRE DE 1999

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**VIVIENDA EN MONTERREY CON PRINCIPIOS DE DISEÑO
BIOCLIMÁTICO**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA CIVIL CON
ACENTUACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

VERÓNICA IVETT GRANADOS RODRÍGUEZ

DICIEMBRE DE 1999

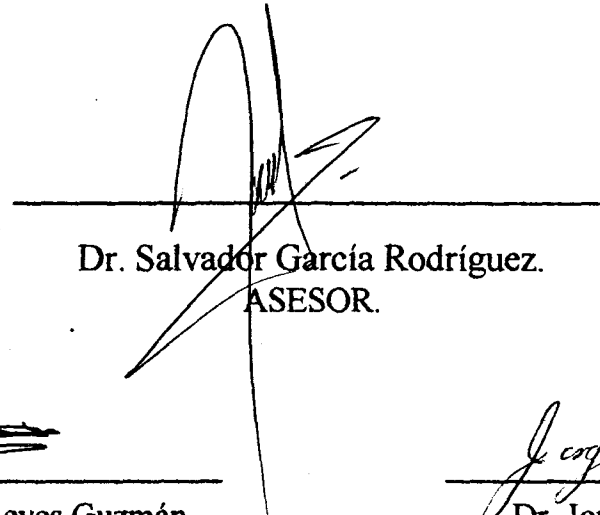
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis de la Arq. Verónica Ivett Granados Rodríguez sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestra en Ciencias con especialidad en:

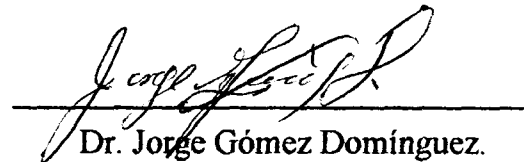
INGENIERÍA CIVIL
CON ACENTUACIÓN EN ADMINISTRACIÓN
DE LA CONSTRUCCIÓN



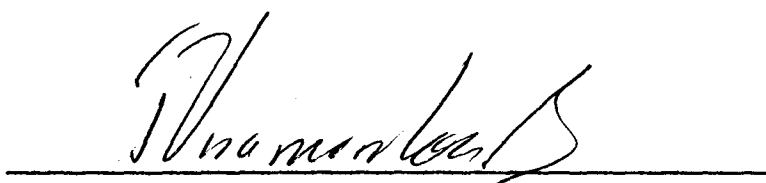
Dr. Salvador García Rodríguez.
ASESOR.



MC. Edmundo José Reyes Guzmán.
SINODAL



Dr. Jorge Gómez Domínguez.
SINODAL



Dr. Federico Viramontes Brown, Ph.D.
Director del Programa de Graduados en Ingeniería.

DICIEMBRE DE 1999

QUIERO DEDICARLE ESTE TRABAJO DE TESIS, CON MUCHO CARIÑO A:

MIS PADRES POR TODO EL APOYO QUE ME HAN BRINDADO AHORA Y DURANTE TODA MI VIDA; MUCHAS GRACIAS POR TODO.

A RICARDO QUE SIN SU AMOR, PACIENCIA Y APOYO, NO HUBIERA SIDO POSIBLE LOGRARLO.

AL DR. GARCÍA ASESOR DE ESTA TESIS, POR SU AYUDA DURANTE EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO

A MIS
COMPAÑEROS POR EL APOYO Y ALIENTO QUE ME DIERON DURANTE ESTE AÑO Y MEDIO.

A TODOS, GRACIAS POR SU APOYO EN EL LOGRO DE ESTA META.

VERÓNICA

PORTADA PRINCIPAL	i
PORTADA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
INTRODUCCIÓN	vii
CAPÍTULO UNO: DESARROLLO SOSTENIBLE	
1.1. Antecedentes	10
1.2. Desarrollo Sostenible	15
CAPÍTULO DOS: CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	
2.1. Antecedentes	22
2.2. Construcción Sostenible	24
2.3. Creación del Ambiente Construible	26
CAPÍTULO TRES: DISEÑO BIOCLIMÁTICO	
3.1. Antecedentes	31
3.2. Definición de Diseño Bioclimático	32
3.3. Principios del Diseño Bioclimático	34
CAPÍTULO CUATRO: LA VIVIENDA	
4.1. Conceptos Generales de la Vivienda	41
4.2. Aspecto Funcional de la Vivienda	44
4.3. La Evolución de la Vivienda de Monterrey	46
4.4. Situación Actual de la Vivienda en Monterrey	49
4.5. Importancia de la Vivienda Bioclimática	52
CAPÍTULO CINCO: ANÁLISIS DEL SITIO (MONTERREY)	
5.1. Situación Geográfica	56
5.2. Clima	57
5.3. Topografía	65

CAPÍTULO SEIS: CONFORT TÉRMICO

6.1. El Confort de la Vivienda	67
6.2. Métodos para determinar el Comfort	67
6.3. Cartas Bioclimáticas en Monterrey	71

CAPÍTULO SIETE: IMPACTO DEL CLIMA EN LOS EDIFICIOS

7.1. Introducción	74
7.2. Estrategias de Diseño	75
7.3. Cálculo Térmico	117

CAPÍTULO OCHO: PROYECTO BIOCLIMÁTICO DE VIVIENDA EN MONTERREY

8.1. Introducción	131
8.2. Prediseño	131
8.3. Análisis del Sitio	132
8.4. Diseño Preliminar o Esquemático	135
8.5. Anteproyecto	145
8.6. Cálculo de Ganancias de Calor en la Casa Habitación	153

CAPÍTULO NUEVE: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS BIOCLIMÁTICOS

9.1. Introducción	162
9.2. Evaluación del costo del ciclo de vida	163
9.3. Análisis Incremental	163
9.4. Modelo de Costo Annual	163
9.5. Fórmulas de Evaluación Económica	164

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 1 Y 2	168
CAPÍTULO 3	169
CAPÍTULO 4	169
CAPÍTULO 6	169
CAPÍTULO 7	169
CAPÍTULO 8	170
CAPÍTULO 9	171

APÉNDICES

APÉNDICE A . CÁLCULO DE AZIMUTS Y ALTITUDES	173
APÉNDICE B . DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLAR	175
APÉNDICE C . CÁLCULO DE RADIACIÓN	177
APÉNDICE D . CÁLCULO DE GANANCIAS TÉRMICAS	208
APÉNDICE E . PLANOS DE PROYECTO	219
BIBLIOGRAFÍA	221

INTRODUCCIÓN

Anteriormente, debido a la ausencia de los sistemas mecánicos y energéticos con los que contamos actualmente, había la necesidad de desarrollar el mejor habitat posible con los elementos naturales que existían en la región, desarrollándose lo que ahora conocemos como *Arquitectura Vernácula*; era una arquitectura empírica desarrollada basándose en la observación y experiencia de los habitantes de la región.

Actualmente, el arquitecto, ingeniero y constructor contemporáneo viviendo en un ambiente favorable, con energía abundante y económica, mejores medios de comunicación, el surgimiento de una era industrial con grandes avances tecnológicos y la rapidez de demanda en la construcción, ha perdido la sensibilidad de captar las necesidades del medio físico del lugar en el que se encuentra, olvidándose de los principios naturales, iniciando una época irresponsable con diseños de edificios aislados del contexto ambiental.

Lo anterior, forma parte de las causas por las que nos encontramos viviendo en un mundo con graves problemas ambientales: Contaminación, deterioro de la capa de ozono, deforestación, consumo cada vez mayor de energéticos no renovables, etc. Captando la atención del mundo entero en busca de proponer soluciones para evitar que se continúe afectando nuestro habitat.

El "*Desarrollo Sostenible*", es un movimiento a nivel mundial, en busca de asegurar la existencia de las condiciones de calidad necesarias para la vida futura, en este movimiento toda la población mundial, desde sus actividades cotidianas, así como en su especialidad, deberá contribuir para que se lleve a cabo; nosotros como arquitectos e ingenieros lo llevamos a cabo tras lograr una "*Construcción Sostenible*", que es el concepto del desarrollo sostenible, enfocando sus roles a la actividad del diseñador y constructor de edificios.

Hay muchas formas de lograr la *Construcción Sostenible*, pero una de las principales y más efectivas es en el proceso de diseño, para prevenir cualquier comportamiento perjudicial del edificio en su entorno ambiental.

El objetivo de este trabajo de Tesis, es enfocarnos a una de estas estrategias para lograr la *Construcción Sostenible*, estrategia que recibe la denominación de *Diseño Bioclimático*; diseñar en concordancia con el Medio.

El *Diseño Bioclimático* no es un concepto nuevo, tiene mucho tiempo de existir, el problema radica en la pereza o negligencia del diseñador para considerarlo en su diseño. Se considera que uno de los principales impedimentos para su práctica es el

desconocimiento de los datos específicos de cada lugar y el tiempo que toma realizar estas investigaciones; es por esto que el alcance de este proyecto se enfoca principalmente a evaluar las condiciones de Monterrey, para la aplicación de un diseño bioclimático en la vivienda, proponer enfoques y conceptos fundamentales en esta ciudad, para que el tiempo de investigación o de percepción de los elementos naturales en el diseño, no sea un impedimento para su aplicación, y además pueda servir como ejemplo a otros investigadores para que profundicen en este tema a futuro, evaluando información y datos que complementen este trabajo.

Se estructura de manera que se le pueda dar un seguimiento lógico, de acuerdo a los requerimientos de información y al propio proceso de diseño. En los primeros dos capítulos se expone la problemática que se vive con el fin de que entendamos la necesidad de aplicar estos criterios, así como la posibilidad de ver su práctica como una oportunidad económica y de desarrollo, y no como un problema que estamos obligados o enfrentar; los capítulos 3 y 4 dan un panorama general de lo que es el Diseño Bioclimático y la Vivienda; los capítulos del 5 al 7 son el producto principal de la Tesis, nos dan los datos necesarios a considerar para un diseño de vivienda energéticamente eficiente; en el capítulo 8 se desarrolla un proyecto siguiendo las recomendaciones y puntos descritos del capítulo 3 al 7 y finalmente se consideró importante incluir un sistema recomendado de evaluación económica a utilizar para evaluar las alternativas que se nos presenten en el diseño, y las posibles inversiones extras, que se deban realizar para desarrollar un proyecto de éste tipo.



I. DESARROLLO SOSTENIBLE

1.1. ANTECEDENTES

Para nuestros ancestros todo lo que importaba en el planeta se reducía a cuatro elementos: tierra, agua, fuego y aire. En nuestros días todo esto se ha vuelto más complejo; sin embargo, estos cuatro elementos siguen presentes; los materiales que se utilizan los obtenemos de la tierra; los elementos formados con estos materiales los realizamos con agua y fuego; además, estos mecanismos que realizamos interactúan con el aire, fuego, agua y tierra; los cuales son indispensables para la supervivencia de la humanidad (Robert Vale).



FIGURA 1.1

Antes del gran desarrollo económico y tecnológico en el que vivimos actualmente, éramos más conscientes de nuestra dependencia con los elementos que nos proporcionaba la naturaleza para la supervivencia, después, nos fuimos haciendo cada vez más ambiciosos, tratando de demostrar que el hombre puede satisfacer sus necesidades, sin necesidad de encontrarse en relación directa a su ambiente natural o a lo que éste le proporciona, provocando la crisis global que vivimos actualmente, en la que con el consumo irracional de los recursos naturales y deterioro al medio ambiente, hemos logrado una disminución potencial de estos recursos para las generaciones futuras.

1.1.1. CONTAMINACIÓN DEL AIRE.

La contaminación ambiental no es un concepto nuevo, desde 1868 en "The Earthly Paradise" de William Morris, se mostraba la preocupación de los efectos de la Revolución Industrial y del gran crecimiento urbano en el siglo XIX en Inglaterra, en la cual su visión del daño ambiental que se estaba produciendo, no fue compartido con sus contemporáneos, los cuales veían la contaminación como un efecto desafortunado y necesario para la creación del bienestar económico. La única respuesta, fue

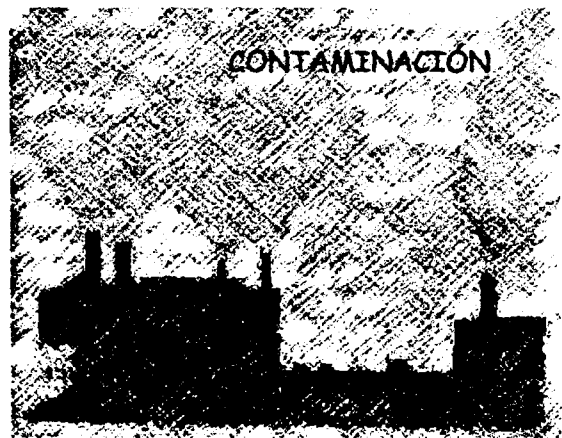


FIGURA 1.2

tratar de esquivar la contaminación ubicando las áreas habitacionales, lejos de las áreas industriales.

Hasta en 1972, en la conferencia acerca del ambiente de las Naciones Unidas realizada en Estocolmo, se mostraron otra vez el interés en los problemas ambientales como la contaminación y la escasez de los recursos (Vale).

Deterioro de la capa de Ozono

En 1972, se calculaba un deterioro de la capa de ozono de un 8% y el calentamiento global con un aumento de 1 grado en la temperatura total en los próximos 100 años, por el uso de clorofluorocarbonos en forma de aerosol (Green Architecture).

En esta época, los productores de estos gases reclamaron que la evidencia no era suficiente y continuó fabricándose; sin embargo, para 1985 se reportó que fue encontrado un hoyo en la capa de ozono arriba de la zona Antártica, aprobándose la relación de los CFC's con el hoyo en la capa de ozono.

- La importancia de la capa de ozono es que protege a la tierra y sus ocupantes del daño de la radiación ultravioleta. El ozono se forma en la estratósfera por la acción de la luz solar y átomos de oxígeno, se requirió de billones de años para la formación de esta capa, si se destruye esta capa de ozono, no se puede predecir la vida futura en la tierra.
- Un decremento en 1 % de ozono en la estratósfera, puede provocar un aumento de 8% en probabilidades de cáncer en la piel, debido a la exposición de rayos ultravioletas, además también provoca el aumento de la formación de cataratas y enfermedades que se transmiten al cuerpo por la piel como bilharzia y herpes. Muchos tipos de alimentos serán afectados por la exposición a estos rayos, como el fitoplancton, que son las pequeñas plantas que forman la base de la cadena alimenticia en el océano, y además son parte importante en el mecanismo por el cual el dióxido de carbono es expulsado de la atmósfera (Green Architecture).

Efecto Invernadero

Otro problema importante con el cual nos estamos enfrentando, es el denominado efecto invernadero o calentamiento global, en el cual las actividades humanas están alterando la composición de la atmósfera de tal manera que atrapa más calor del sol del que se debería; permite entrar más calor solar del que permite escapar. Entran las ondas cortas de radiación solar y nos es más difícil permitir salir las ondas largas de radiación,

las cuales permanecen atrapadas, provocando el sobrecalentamiento global, que afecta al equilibrio térmico de la tierra.

Los gases emitidos causantes de este fenómeno son:

✓ Las emisiones de CO_2 contribuyen al 50% de este efecto.

De este CO_2 aproximadamente un 80% proviene de quemar combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo), el 20% restante de la quema de bosques, madera y fuentes agrícolas(*)

✓ Otro 18% es el gas metano, generalmente producido con la descomposición de basura(*)

El aumento de la producción de alimentos ha provocado el aumento de la población de vacas que cada una de ellas emite aproximadamente 200 litros de metano por día.

✓ El CFCs, en forma de aerosol un 14%(*)

✓ El Oxido nitroso N_2O otro 6% producido por quema de combustible fósil y actividades agrícolas(*)

✓ El último 12 % es provocado por la capa atmosférica baja de ozono, formada por los contaminantes de los carros y otro equipo que quema combustible fósil(*)

** (Datos obtenidos de Green Architecture)

Este efecto se predijo desde el siglo XIX por el científico suizo Svante Arthenius, estableciendo que el uso de combustibles fósiles podría duplicar la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera provocando un aumento en la temperatura global de aproximadamente 5 grados centígrados.

Las investigaciones que se están realizando a la fecha indican un aumento de las emisiones del dióxido de carbono de 4.5% por década, estimando que la concentración de estos gases para el año 2030 será del doble a los niveles en la de la época preindustrial en la atmósfera (Green Architecture).

Los efectos que se están produciendo o se producirán son difíciles de predecir, lo que si se puede decir es que tendrá serios efectos en la tierra y climáticos alrededor del mundo entero, como el aumento de los niveles del mar producto del descongelamiento del hielo polar, la pérdida de las áreas de crecimiento de grano debido a cambios climáticos, la destrucción de los bosques, etc.

1.1.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Cuando vemos a los peces flotando muertos en ríos o lagos es una muestra latente de la poca calidad del agua que rodea a la población.



Unicamente 3% del agua de la tierra es agua fresca que puede beberse, y dos tercios de esta agua se encuentra en las capas de hielo polares de los glaciares. Solo el 0.0001 % de esta agua se encuentra en ríos y es la parte de la cual la gente depende para vivir. Aún así el volumen total de agua en los ríos es aproximadamente de 130 kilómetros cúbicos, suficientes para una población de 5 billones de gentes, con 26,000 litros de agua para cada uno (Green Architecture).

FIGURA 1.3

Sin embargo mucha gente no cuenta con agua pura para tomar, y esto se debe a que las actividades humanas están contaminando esta agua que es necesaria, además estos ríos reciben desechos industriales tóxicos, pesticidas, fertilizantes, etc.

Lluvia ácida

Otro ciclo importante en el abastecimiento de agua, es el que conocemos como ciclo hidrológico en el cual el agua se evapora del mar por la acción del sol, se condensa y cae como lluvia al suelo, con lo que llena ríos y regresa al mar, pero otra vez las actividades humanas interfieren con este ciclo natural. La lluvia tampoco es pura como antes era, y esto se debe a que durante su paso por la atmósfera la lluvia trae consigo a los contaminantes que se encuentran en el aire, en el fenómeno conocido como lluvia ácida. En la cual la quema de combustibles fósiles producen gases como dióxido de sulfuro, óxido de nitrógeno e hidrocarburos, que al combinarse con agua forman ácido sulfúrico y nítrico.

Los efectos de la lluvia ácida también son muy variados y serios; como el impacto en bosques, la muerte de varias especies de peces por el aumento de la acidez del agua en ciertos lagos y otros, principalmente la contaminación del agua que utilizamos para beber.

1.1.3. FUEGO (combustibles)

La mayoría de las actividades del mundo dependen del consumo de combustibles, éstos los podemos dividir en dos categorías: los renovables; derivados de recursos naturales y los no renovables como: carbón, petróleo, gas natural y uranio, los cuales ya no pueden ser producidos. El 21 % del total de energía consumida es desarrollada por recursos renovables(Green Architecture).

Recursos Finitos

El problema de los recursos no renovables o finitos, es como su nombre lo indica, algún día se van a terminar, no conocemos con exactitud cuales son las reservas con las que contamos, además de que independientemente de esto, se hace cada vez más costosa su explotación, debido a que ya no se encuentran con la misma disponibilidad de antes.

Sin embargo, el problema no radica principalmente en su terminación. De acuerdo a estudios se concluye que probablemente aún, al ser estos finitos, nunca lleguemos a terminarlos, ya que esto representaría el fin de la humanidad, provocada de la contaminación generada por el uso de estos combustibles (principalmente, emisión de dióxido de carbono). No hay manera de que la gente del mundo pueda acabarse las reservas de combustible fósil sin destruir primero el planeta.

Aumenta demanda de energía

El otro problema, es el aumento del consumo de la energía, no solo por el desarrollo de nuevas tecnologías que requieren de su uso, sino por la gran tasa de incremento poblacional que se esta dando a nivel mundial, la cual demanda producciones mucho mayores de energía para los próximos años.

La población del mundo en 1990 estaba alrededor de 5 billones, las naciones unidas asumen que aún con una postura optimista acerca del control natal, la población esperada para el año 2060 será de aproximadamente 7.7 billones, un incremento de más del 50%, con un criterio menos optimista en el cual se asume que no se puede lograr una persuasión a tiempo, en cuanto al control natal, se espera una población de alrededor de 14.2 billones de habitantes para el final del siglo XXI(Brenda Vale).

1.1.4. EXPLOTACION DE LA TIERRA

Todos los materiales utilizados en los procesos provienen de la tierra y el refinamiento de estos materiales para su uso, consume energía. El aumento de la población demanda el crecimiento de las ciudades, desarrollo económico, así como mayor producción de

alimentos, esto con una mala planeación, genera una explotación desmedida de los recursos que la tierra nos proporciona.

La infraestructura, agricultura, industrias extractivas y urbanización, traen consigo problemas como la pérdida de los hábitats naturales, que es la razón principal de la desaparición de las especies y en general el deterioro de los ecosistemas.

1.1.5. ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES

La globalización y esta era industrial ha impactado no solo el aspecto ecológico sino también el aspecto económico, social y cultural de las estructuras sociales (www.challenge...htm).

- La tasa de crecimiento de la población muestra que a esta velocidad, podríamos llegar a duplicar la población humana mundial antes de finalizar el siguiente siglo.
- Pobreza mundial y diferente grado de pobreza en el mundo, concentrándose en Africa y Asia.
- Se tiene una deficiente atención a la investigación agrícola y programas rurales.
- Bajos niveles educacionales a nivel mundial, no se cuentan con los recursos suficientes.
- Escasez de servicios básicos, para la totalidad de la sociedad mundial.
- Incremento de enfermedades, causas de estos problemas ambientales.
- Aumento de conflicto sociales.
- Aumento de crimen y violencia en diferentes regiones del mundo.

1.2. DESARROLLO SOSTENIBLE.

1.2.1. CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El uso de la energía y recursos ambientales, esta afectando mundialmente aspectos sociales, económicos e irreversibles en el medio ambiente, que ha llamado la atención de todos, conduciéndonos a la búsqueda de alternativas que sustituyan a los combustibles fósiles no renovables y de sistemas para optimizar el uso de la energía y su impacto al medio ambiente, pero sin afectar el continuo desarrollo económico y buscando el bienestar social.

- Las ideas de armonía en lugar de oposición a la naturaleza

- Tecnología de necesidad inmediata, no realizada para bienestar propio.
- El desarrollo de tecnologías necesarias y sostenibles, que hagan el mejor uso de los recursos.
- Un desarrollo alternativo con tecnología apropiada.
- Entre otros.

Son ejemplos del cambio que se necesita y se esta buscando lograr a partir de ahora (Salvador García).

Un ejemplo del uso apropiado de la tecnología, se puede ilustrar con una anécdota hindú, en la cual: "Un antiguo rey de la India, preocupado por la dureza y rugosidad de la tierra y la suavidad del pie humano, propuso que su territorio entero fuera cubierto con piel. Sin embargo uno de los hombres sabios, le hizo ver que se alcanzaría el mismo resultado simplemente utilizando un pequeño pedazo de piel y cortarlo en pequeñas piezas, para cubrir las plantas de los pies. De esta manera aparecieron las primeras sandalias".

El uso apropiado de la tecnología nos produce una solución que hace el mejor uso de los recursos, con el mínimo efecto en el status quo.

El concepto de desarrollo sostenible, surgió alrededor de los años 80's y fue reconocido por la comunidad mundial en 1992, cuando se incorporó en documentos oficiales como una meta común para ser alcanzada por el mundo, definida como: "El esfuerzo por dejar recursos suficientes para que generaciones futuras tengan una calidad de vida similar a la nuestra".

Hay otras definiciones del desarrollo sostenible, pero la más aceptada es la que da la Comisión Brundtland:

"Desarrollo sostenible, es el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la viabilidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades."

Este concepto, consiste principalmente en desarrollar una serie de estrategias, en un marco dentro del cual las comunidades usen sus recursos eficientemente, eleven la calidad de vida de sus habitantes y creen nuevas filosofías de negocio que refuercen el desarrollo sostenible. Cumpliendo con los siguientes principios básicos.

Principios básicos del desarrollo sostenible

- La conservación es mejor que la recreación

- El principio de precaución debe ser aplicado en cualquier comercio o área
- El stock del capital ambiental debe de mantenerse constante
- El uso de recursos no renovables debe de mantenerse eficiente
- Se deben establecer las metas ambientales
- El cambio debe incrementarse y ser monitoreado
- La escala humana deberá estar limitada por su propia capacidad
- El progreso del desarrollo sostenible debe ser de un incremento eficiente
- El gasto de consumos no renovables no debe exceder a la capacidad del ambiente de crear nuevos
- Los recursos no renovables pueden ser explotados, siempre y cuando exista la creación de un producto renovable sustituto.

1.2.2. DIMENSIONES ECONÓMICA, SOCIAL Y ECOLÓGICA DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.

El desarrollo sostenible, no consiste en enfocarnos únicamente en el aspecto ambiental, castigando el desarrollo económico, sino ver de manera integral, como siempre se debió hacer, los aspectos económicos, sociales y ambientales buscando un equilibrio.



FIGURA 1.4

No podemos caer de nuevo en el error de tomar decisiones análogas, cada una de nuestras decisiones esta afectada por el ambiente externo que la rodea, todo forma parte del mundo en que nos desarrollamos. Hemos aprendido con duras lecciones, que todos estos aspectos que parecen ser independientes, están íntimamente ligados y la alteración de alguno de ellos, impactará fuertemente en el clima en el que se desarrollan los otros dos, reflejándose a través del tiempo.

Por lo anterior, ahora que existe la gran preocupación por el ambiente, necesitamos analizar esto de forma integral, sin comprometer o parar el desarrollo de la industria, desarrollando la mejor alternativa, tomando en cuenta que si paramos la evolución, afectaría de forma global la economía del mundo, que se podría traducir en fuertes crisis sociales, las cuales a su vez, tal vez pudieran repercutir en problemas ambientales graves, que se encuentren fuera de nuestro control.

Con una visión integral las metas del desarrollo sostenible, las podemos clasificar en sus tres dimensiones como sigue:

Aspecto Económico.

Promover el crecimiento sostenible a través de la eficiencia del capital.

- Ver los cambios demandados por el ambiente a largo plazo como oportunidades

Los administradores de las empresas se topan diariamente con situaciones, en las cuales tienen que tomar decisiones; estas situaciones se definen como problemas o como oportunidades.

Los problemas y oportunidades, surgen, cuando se presenta una situación diferente a la que se tenía programada, o una alteración en el ambiente en el que se desarrolla. De estas situaciones, un problema es aquel, que le impide a la empresa cumplir con sus metas; y una oportunidad es aquella situación detectada, cuya solución presenta la oportunidad de sobrepasar las metas de las empresas.

La solución de problemas, solo lleva a las empresas a rectificar una situación, las oportunidades representan el éxito de cualquier empresa (Stoner).

Las oportunidades en las empresas que nos plantea el desarrollo sostenible estan basadas en:

⇒ Producir más con menos

1. Utilizar menos recursos naturales y menos energía en cualquier proceso productivo
2. Reducir los desechos en la producción
3. Atenuar la contaminación
4. Reducción de impuestos (reglamentaciones ambientales)

Lo anterior es positivo para el ambiente, y a la vez benéfico para cualquier empresa porque sus costos de producción y operación se ven disminuidos, lo que nos lleva a la meta final de la elaboración de bienes y prestación de servicios a precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y eleven la calidad de vida de la población, cuando al mismo tiempo se promueva la reducción progresiva del impacto ambiental negativo de los productos y se procure que su confinamiento esté a un nivel menos en línea con la capacidad estimada de carga de la tierra.

⇒ Innovación tecnológica

1. Investigación en nuevos procesos
2. Creatividad, etc.

Es valor agregado a las empresas y les da la oportunidad de mejorar sus productos, ofreciendo un mejor servicio y calidad, convirtiéndose en ventaja ante sus competidores.

⇒ Ampliar el mercado

1. Nuevos productos (a base de materiales reciclados)
2. Reglamentación estricta en aspectos ambientales.

El mercado se amplía, al desarrollar productos nuevos provenientes de materia prima barata (reciclada), por otro lado, es importante tomar en cuenta, el comportamiento del mercado con la moda del ambientalismo y añadiendo a esto la estricta reglamentación que se está imponiendo en aspectos ambientales, probablemente se inclinará por los productos menos dañinos al ambiente.

□ Fomentar el desarrollo económico a nivel mundial.

Como se comentó anteriormente, el desarrollo sostenible, concierne a muchos aspectos, y es importante aprovechar de enunciar la importancia del desarrollo económico a nivel mundial, lo cual nos va a ayudar a resolver muchos problemas sociales, que a su vez impactan en problemas ambientales.

En la actualidad no solo se trata de marcar fronteras y tomar acción como sociedades independientes. Las acciones de las personas de diferentes partes del mundo afectan al ambiente en el que vive el mundo entero, por esto debemos tratar de ayudar a aquellos que por necesidad o falta de educación, toman acciones que afectan severamente al ambiente.

Aspecto Social

Promover la equidad, movilidad social, participación y toma de decisiones.

□ Disminuir la pobreza

En muchas partes del mundo, se explotan de manera irracional los recursos naturales, porque estos son fuente básica para la supervivencia de un pueblo.



FIGURA 1.5

□ Promover la cultura

Uno de las causas principales de la explosión demográfica, es la falta de instrucción a la población, además una manera importante de promover el desarrollo sostenible es a través de la educación.

□ Proveer de servicios básicos

Existe mucha población a tal grado de pobreza, que no cuentan con los servicios básicos: agua potable, drenaje, etc, lo cual es una fuente importante de contaminación.

Aspecto Ecológico

Mantener la equidad de los ecosistemas, recursos naturales, Biodiversidad y capacidad de carga de la tierra.

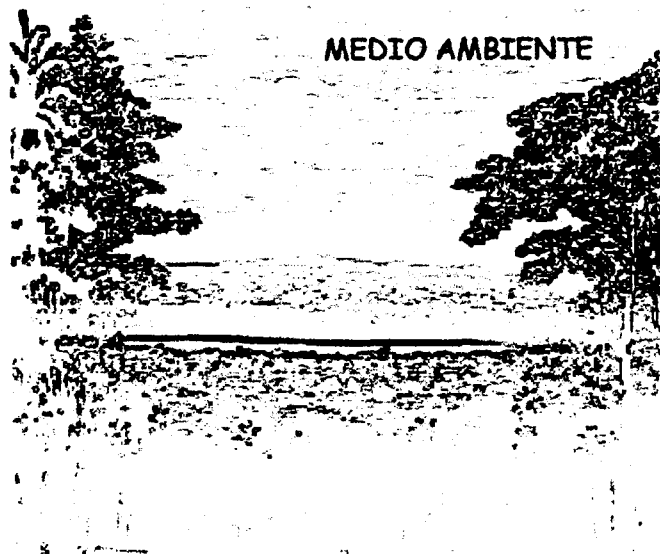
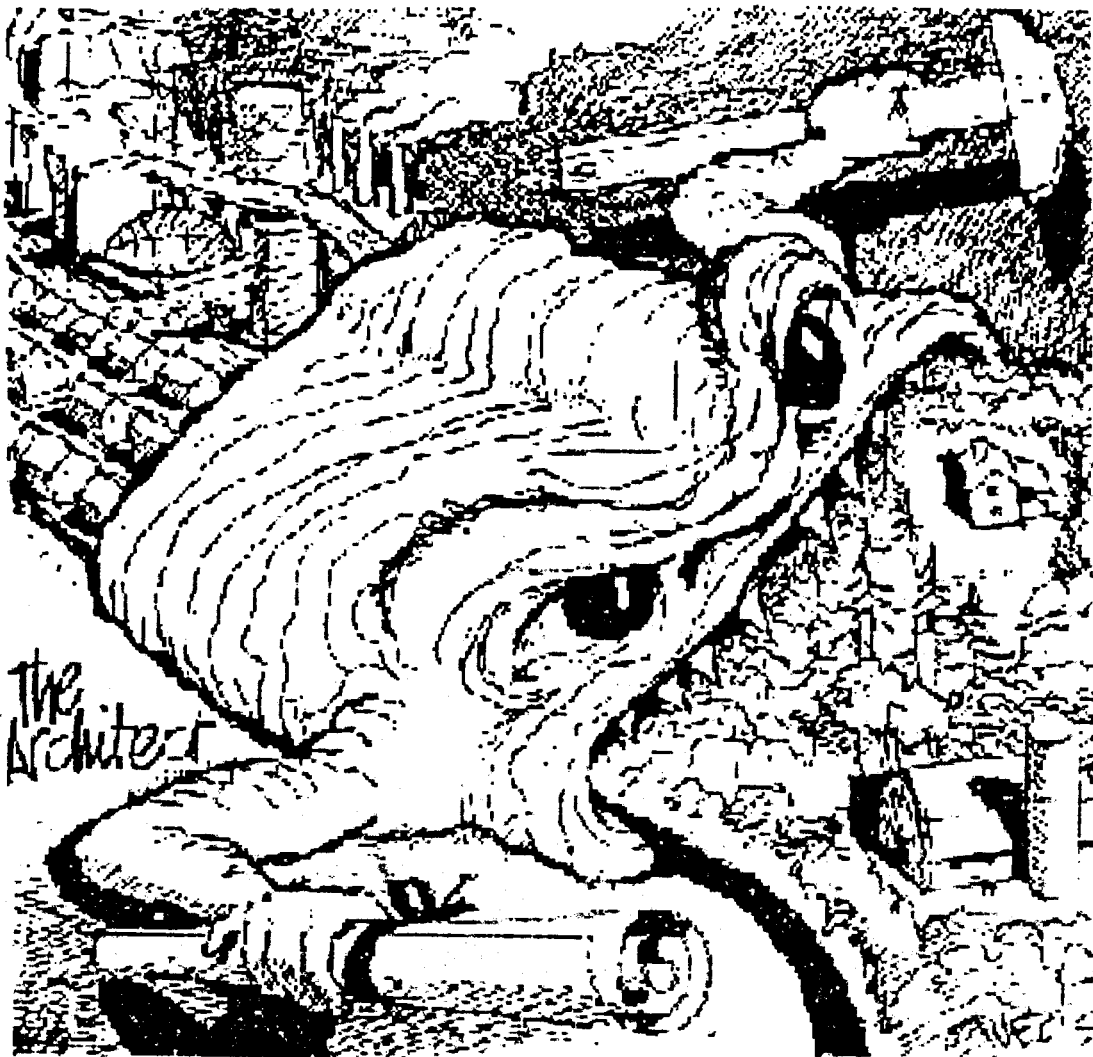


FIGURA 1.6

El aspecto ecológico se basa en la preocupación por disminuir el impacto ambiental, que se ha tenido a través del tiempo, por la actitud inconsciente hacia este problema. Tratando de implementar medidas correctivas para disminuir efectos mencionados previamente como: efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono, lluvia ácida, entre otros, que están poniendo en peligro nuestra existencia futura en la tierra.



II. CONSTRUCCION SOSTENIBLE

2.1. ANTECEDENTES

La complejidad de la ciencia moderna también ha influido en el área de la construcción, provocando el divorcio en el cual el diseñador y el científico se han separado de su preocupación por las necesidades públicas, concentrando sus intereses en un campo limitado de desarrollo en sus propios términos.

La disciplina de arquitectura, por ejemplo originalmente era una sola que reunía tanto las artes como la tecnología para formar una solución que convergía en la síntesis de un edificio. Es razonable entender que fue la proliferación de tecnologías que vinieron con la industrialización lo que provocaron la separación del artista-diseñador y de la tecnología-ingeniero. Esta especialización a provocado que un arquitecto no entienda o abarque completamente las cualidades o utilización de ciertos materiales, y que para esto requiera especialistas, los cuales se concentran únicamente en su ramo y separan aspectos fundamentales que deben ser considerados(Deffis Casso). Otra razón puede ser que también con la llegada de la industrialización, se requirió mayor velocidad en la construcción, de manera que la velocidad se convirtió en un factor más importante que la calidad del producto terminado, y como la rapidez requiere división y especialización de tareas dentro de todo un marco de un proyecto, se convirtió en la meta, imposibilitando el manejo de una sola visión que enfoque el proyecto como una tarea única.

Además con la implantación de los nuevos sistemas artificiales, como por ejemplo; la invención del primer enfriador artificial en 1902 por Willis Haviland Carrier; el mundo dio un gran giro, dando lugar al abandono gradual de las consideraciones ambientales en el proceso de diseño y construcción de edificios y viviendas. El arquitecto, Ingeniero y Constructor contemporáneo viviendo en un ambiente favorable, con energía abundante y económica, menor índice de población, mejores medios de comunicación y el surgimiento de una era industrial con grandes avances tecnológicos, ha perdido la sensibilidad de captar las necesidades del medio físico del lugar en el que se encuentra.

Por esto no es sorprendente como se han desarrollado proyectos enteros productos de la división de tareas y tecnologías nuevas, sin una visión completa y común que desarrollara tecnologías balanceadas con su propio entorno y el ambiente natural

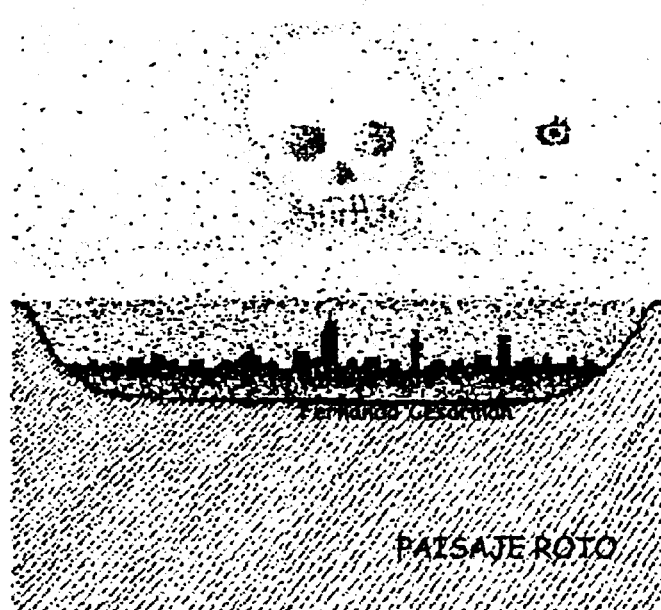
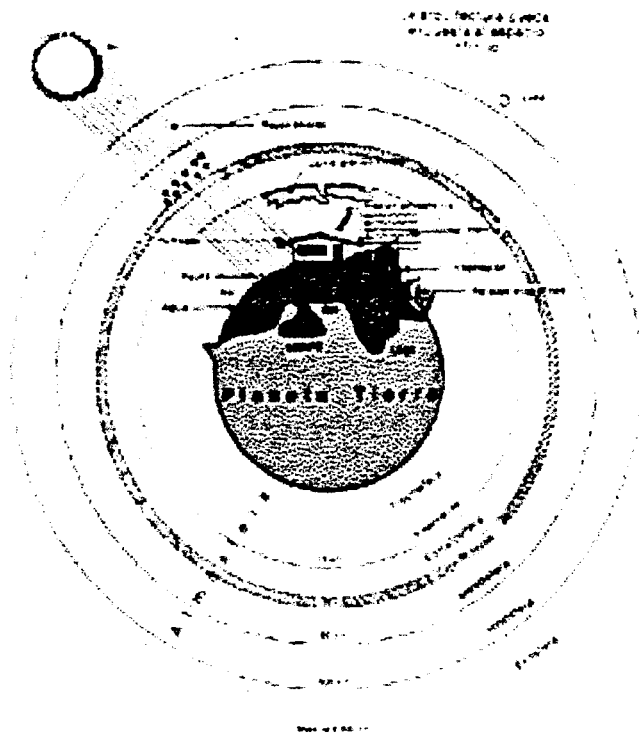


FIGURA 2.1

Como resultado, los edificios usan mucha energía y recursos que además contaminan al entorno y disminuyen la calidad del ambiente construido.

Como se comentaba en el capítulo anterior, impactos como el efecto invernadero, la pérdida de la capa de ozono, lluvia ácida, explotación excesiva de la tierra, entre otros, son problemas importantes que se están presentando y los arquitectos tenemos un papel muy importante en este capítulo.

Un ejemplo del impacto que tenemos se demuestra con lo siguiente:



LA ARQUITECTURA Y EL
MEDIO AMBIENTE

FIGURA 2.2

□ 50% de los CFC's producidos alrededor del mundo son usados en edificios, como parte de sistemas de aire acondicionado o refrigeración, en sistemas de incendios y en algunos materiales aislantes (Green Architecture).

□ 50% del consumo de combustibles fósiles está relacionada con el uso de edificios, por lo tanto el 50% de la emisión de CO₂ o bien un 25% de los gases totales del efecto invernadero se encuentran dentro del control de los diseñadores y habitantes de edificios (Green Architecture).

□ Los materiales utilizados para la construcción son extraídos de la tierra, consumen energía para su refinamiento y para su transportación.

- La mala planeación urbana provoca la explotación indebida de la tierra, que a la larga provoca la desertificación y pérdida de hábitats.
- También aunque no se vea una liga directa de la construcción con la contaminación del agua, debemos observar que cada unidad de combustible fósil utilizado ya sea para la construcción, u operación de un edificio, así como la mala planeación de edificios que provocan el aumento de automóviles agrega agentes contaminantes a la atmósfera, que retornarán tarde o temprano a la tierra en forma de lluvia.
- La generación de residuos ha aumentado vertiginosamente los últimos años. En los países europeos, los residuos derivados de la actividad constructora, y fundamentalmente deconstrutora, están alrededor del 7% y los residuos sólidos

urbanos constituyen aproximadamente un 5% de los residuos totales generados en dichos países (Salvador García).

Se esta buscando ver al ambiente construido en función de los cuatro elementos naturales: tierra, agua, aire y fuego y su interacción con cada uno. En el presente esta interacción es destructiva en lugar de simpatética.

2.2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.

La industria de la construcción, en solidaridad a la preocupación en el entorno económico mundial, para crear estrategias que minimizen los impactos negativos ecológicos actuales, convoca a una primera conferencia desarrollada en Tampa Florida, en noviembre de 1994 en la que surge el concepto de Construcción Sostenible, concepto exclusivo de los arquitectos, ingenieros civiles y constructores en general, que muestra su responsabilidad por lograr un desarrollo sostenible.

El concepto de Construcción Sostenible, se podría definir como sigue: "Una manera de construir dirigida a la reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, por los edificios y por el ambiente urbanizado"(Salvador García).

La meta de la Construcción Sostenible se puede lograr básicamente cumpliendo ciertos principios ecológicos y un uso eficiente de los recursos.

Los principios ecológicos fundamentales en el desarrollo de proyectos de construcción sostenibles son:

- Minimización en el consumo de recursos, que equivalen a una CONSERVACIÓN de los recursos
- Maximización de número de recursos reutilizables, REUTILIZACIÓN de recursos
- Utilización de recursos RECICLABLES y RENOVABLES en la construcción
- Gestión del CICLO DE VIDA (ciclo cerrado de uso de materias primas, retenciones en el ciclo de vida a partir de la extensión de los tiempos de vida, prevención de residuos y prevención de emisiones)
- Reducción en el uso de la energía
- Incremento de la calidad (materiales, edificaciones, ambiente urbanizado)
- Protección del medio ambiente
- Creación de un ambiente saludable y no tóxico de los edificios

Los recursos disponibles, que están íntimamente relacionados, para lograr los objetivos de la construcción sostenible son los siguientes:

1. Uso de la ENERGÍA (eficiencia energética, control en el crecimiento de la movilidad)
2. Uso del TERRENO y BIODIVERSIDAD (planificación estricta del terreno utilizado en la construcción)
3. RECURSOS MINERALES (uso eficiente de las materias primas y el agua)

Hay tres campos de acción en los que la industria de la construcción puede reaccionar para realizar una construcción sostenible.

1. La creación del ambiente construible

Este campo, se refiere a la práctica común del constructor, desde la planeación, diseño, construcción, operación y demolición de un edificio, en el cual actualmente se usan procesos lineales; es decir, construir, usar y desechar, ahora para cumplir con los principios sostenibles, es necesario cambiar a procesos cíclicos, en los cuales se manejen los conceptos, de ciclo de vida, reciclaje, reutilización, etc., además de eficientizar el consumo de la energía en todo el proceso.

2. Restauración de ambientes contaminados y dañados

Como su nombre lo indica se refiere a la restauración de aquellos ambientes ya contaminados, mediante prácticas y tecnologías para el tratamiento de la tierra, agua y aire contaminado.

3. Desarrollo de los ambientes áridos

Aquí involucra el papel del constructor en la lucha contra la desertificación. Buscando el desarrollo de ambientes áridos, como desiertos, en lugar de la explotación de hábitats ricos como bosques, haciéndolos habitables para animales, plantas y humanos, lo cual puede ser una contribución muy importante a la sostenibilidad.

Como la magnitud de las actividades, así como de las personas involucradas en el área de la construcción es enorme, se ha tomado razonablemente como prioridad el primer campo mencionado anteriormente, enfocado a la creación del ambiente construible.

2.3. CREACION DEL AMBIENTE CONSTRUIBLE SOSTENIBLE.

En la creación de una construcción sostenible, se deben de cambiar los procesos lineales a cíclicos, como ya se comentaba anteriormente, considerando todas las actividades que implican la construcción y valorando la incidencia medioambiental de todo el proceso:

- Extracción de rocas, minerales y materiales de todo tipo
- Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de sistemas y equipos de instalaciones
- Transporte de materiales, elementos y equipos
- Puesta en obra, medios y maquinaria
- Gastos energéticos en climatización, iluminación y contaminación derivada
- Mantenimiento y uso (agua, residuos y vertidos)
- Reutilización y procedimientos para cambios de uso
- Derribo y derivaciones del abandono de las edificaciones

Además es necesario considerar todas las fases que implica un proyecto de construcción, y tomar decisiones desde el punto de vista de la construcción sostenible, que puedan ir encaminadas hacia una mayor importancia en la utilización de recursos y/o la aplicación de los principios ecológicos de la construcción.

Las fases de un proceso constructivo y acciones que se pueden tomar en cada una son las siguientes:

I. Desarrollo, planificación e inicialización

- ✓ Ordenación del territorio
- ✓ Planificación urbanística
- ✓ Normativa y diseño urbano

II. Etapa de Diseño

- ✓ Diseño bioclimático
- ✓ Uso de productos de bajo contenido de energía
- ✓ Reducir la componente peso
- ✓ Utilizar productos reciclados

- ✓ Asegurar el uso funcional (espacio, clima, transporte, etc...)
- ✓ Optimizar mantenimiento, la flexibilidad interna
- ✓ Aumentar la durabilidad
- ✓ Diseñar para deconstruir

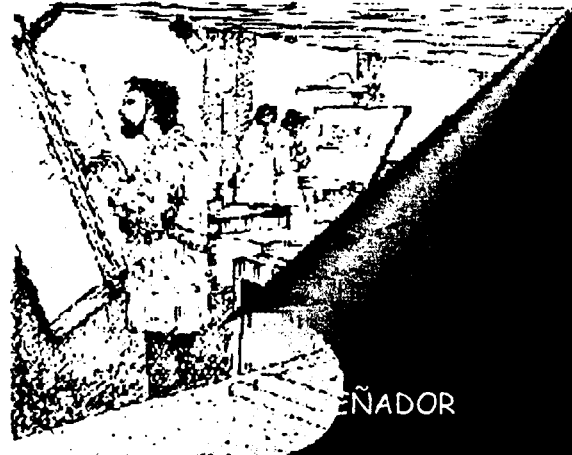


FIGURA 2.3

III. Etapa de Construcción

- ✓ Reducir los desperdicios
- ✓ Gestionar los residuos
- ✓ Asegurar la protección a la flora y fauna
- ✓ Emplazamiento de la construcción sin ruido
- ✓ Realizar tareas seguras
- ✓ Disminuir las tareas no contributivas y retrabajos
- ✓ Optimizar la logística durante la construcción
- ✓ Mejora de la productividad

IV. Etapa de Operación

- ✓ Optimizar el consumo de la energía
- ✓ Reciclar el agua gris
- ✓ Utilizar el agua de lluvia
- ✓ Mantener el ambiente sano

V. Etapa de Demolición

- ✓ Desarrollar técnicas adecuadas de derribo y desmontaje
- ✓ Etiquetar los materiales de construcción
- ✓ Reutilizar los materiales de construcción
- ✓ Desarrollar métodos de ensamblaje

- ✓ Tratamiento de residuos para reciclaje
- ✓ Tratamiento final de residuos.

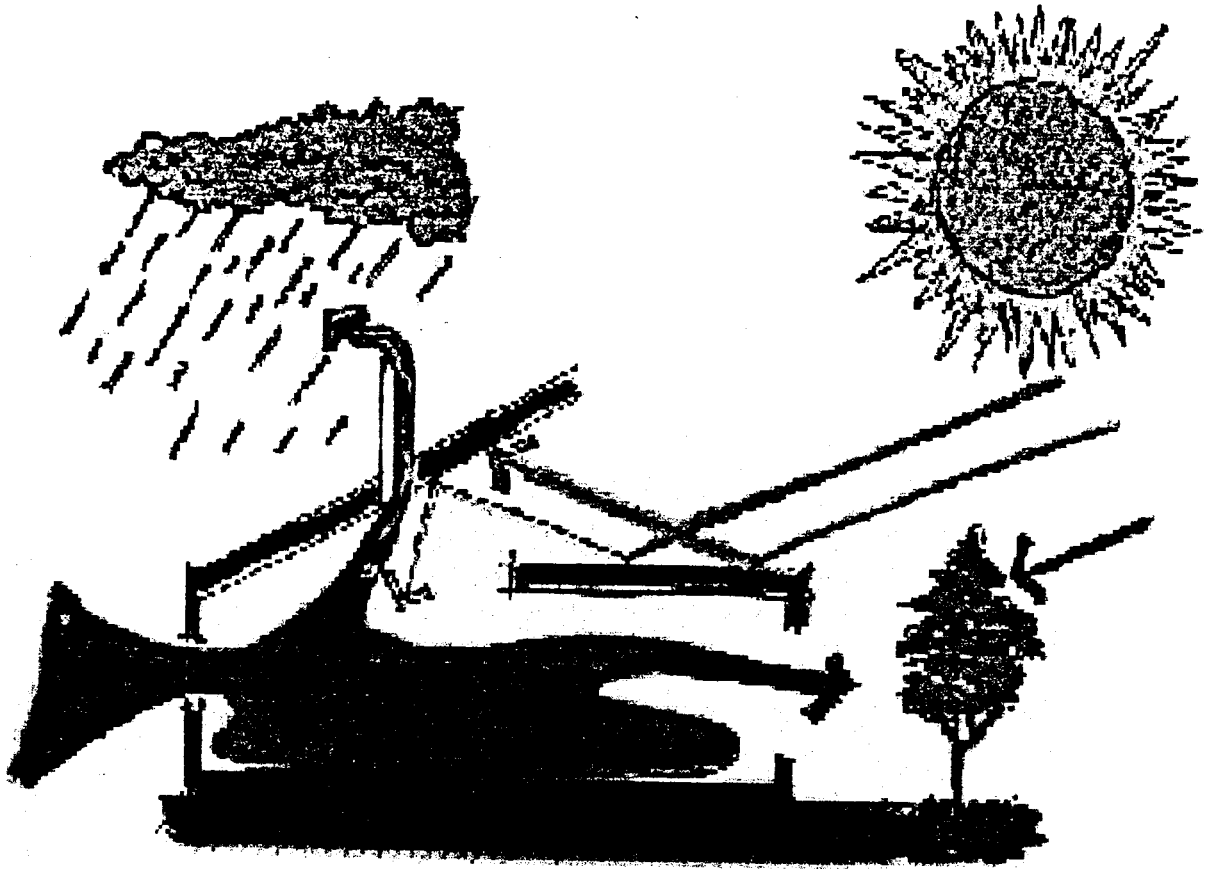
Todas estas estrategias en cada una de las fases, las podemos resumir en las metas de: uso eficiente de los recursos, basándose en los principios ecológicos mencionados. Como se puede ver en el cuadro 2.1.

OBJETIVOS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE		
CRITERIO	RECURSOS	PRINCIPIOS
<u>REDUCIR</u>	<ul style="list-style-type: none"> -Uso de las fuentes de energía -Uso de los recursos minerales -Uso de los recursos hidráulicos -Uso del terreno 	Minimizar a través de: <ul style="list-style-type: none"> -Reutilización -Reciclaje -Uso de recursos renovables -Uso eficiente de recursos
<u>CONSERVAR</u>	<ul style="list-style-type: none"> -Areas naturales -Biodiversidad 	Conservar a través de: <ul style="list-style-type: none"> -Restricción en el uso del terreno, reducir la fragmentación -Prevención de las emisiones tóxicas
<u>MANTENER</u>	<ul style="list-style-type: none"> -Ambiente interior saludable -Calidad en los ambientes urbanizados 	Mantener a través de: <ul style="list-style-type: none"> -Emisiones bajas de materiales, ventilación efectiva, compatibilidad con las necesidades de los ocupantes. -Previsiones de transporte, seguridad... -Disminución de ruidos, contaminación y olores Restauración incremento a través de: <ul style="list-style-type: none"> -Renovación y rehabilitación

CUADRO 2.1

Finalmente se puede decir que la industria de la construcción, después de muchos años de inconciencia ecológica, esta tomando su responsabilidad dentro de la meta del desarrollo sostenible de la sociedad mundial. Como podemos ver hay muchos ramos en los cuales podemos eficientizar, minimizar y mantener, tanto energía como recursos naturales, y cada una de estas acciones realizadas conjuntamente, equivalen a una notable disminución en la contaminación de nuestro hábitat.

Debemos estar concientes, que no son cambios a efectuarse rápidamente, pero que deben iniciarse, en este momento, ya que son necesarios, y poco a poco con la implantación de los principios ecológicos, en la práctica de cada uno de nosotros



III. DISEÑO BIOCLIMÁTICO

3.1. ANTECEDENTES

Como vimos anteriormente, la crisis energética mundial, esta dirigiendo los esfuerzos de muchos especialistas, a optimizar sus procesos y buscar alternativas para un desarrollo sostenible (Capítulo 1 y 2). En la industria de la construcción se esta atacando el problema desde las 5 fases del proceso constructivo, (FIGURA 3.1), dos de las fases más importantes, para la optimización más efectiva de los recursos, son las etapas de Planeación y Diseño, que es cuando se toman la mayoría de las decisiones que afectan el desempeño energético de los edificios.

Las investigaciones en cada uno de los campos son muy amplias, éste trabajo de investigación, esta concentrando sus esfuerzos en la estrategia, tal vez más importante dentro de la etapa de diseño, para lograr alcanzar las metas descritas, el Diseño Bioclimático.

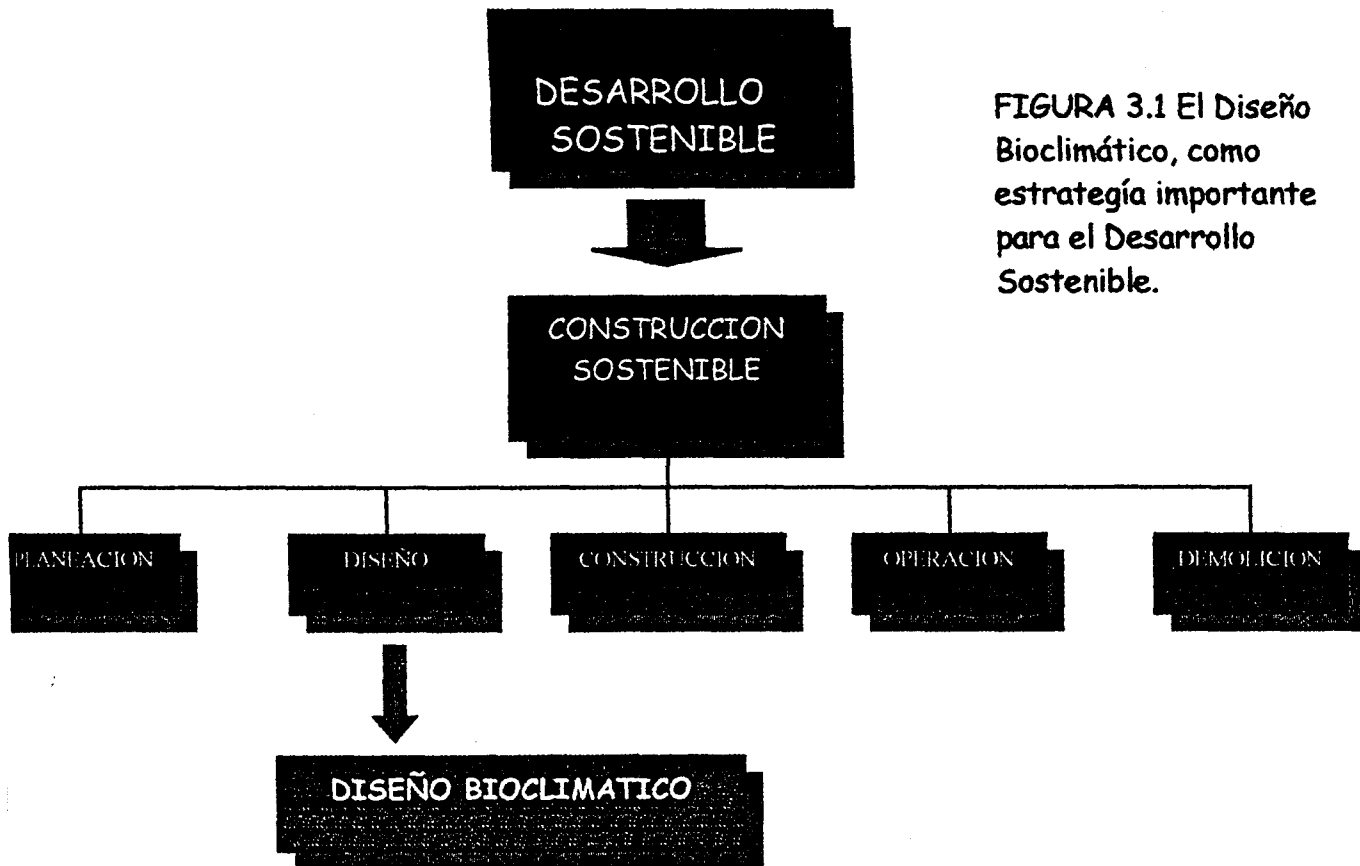


FIGURA 3.1 El Diseño Bioclimático, como estrategia importante para el Desarrollo Sostenible.

El Diseño Bioclimático, no es un fenómeno nuevo. Anteriormente, debido a la ausencia de los sistemas mecánicos y energéticos con los que contamos actualmente, existía una necesidad de desarrollar el mejor ambiente habitable posible, con los elementos que se tenían al alcance, los cuales eran proporcionados por la naturaleza misma del lugar, y se desarrollaba lo que ahora llamamos **Arquitectura Vernácula**, que es una arquitectura lógica a las condiciones ambientales del sitio, o bien una arquitectura desarrollada con principios bioclimáticos dentro de los conocimientos restringidos que se tenían a la fecha.

La arquitectura bioclimática vernácula funciona excelentemente, la eficacia de sus elementos pasivos ha sido demostrada en una variedad de ciudades y edificios en diferentes climas. En Monterrey, se puede observar a través de las viviendas construidas en tiempos anteriores, algunos ejemplos de casas que de una u otra forma, manejan elementos de apoyo en su adaptación bioclimática. Entre estos elementos podemos nombrar los siguientes:

- **Uso apropiado de materiales;** la construcción con adobe, permite crear muros de baja conducción térmica y el grosor de estos genera claros remetedos que protegen de la radiación solar directa en verano y promueve el acceso en invierno.
- **Uso de vegetación;** provocan áreas sombreadas, refrescan y humedecen el ambiente en verano y permiten el acceso de los rayos solares en invierno.
- **Orientación, forma y ubicación adecuada (Ley Guing).**



FIGURA 3.2

Durante muchos años viviendas y edificios han sido adaptados al ambiente y el conocimiento de este proceso de adaptación como resultado de una larga experiencia, se ha ido heredando a generaciones futuras. La ventaja actualmente, es que debido a la tecnología con la que contamos tenemos cada vez datos más específicos y avanzados que en los años anteriores y nos podemos atrever con más confianza a predecir algunos fenómenos.

3.2. DEFINICION DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

El Diseño Bioclimático lo podemos definir de la siguiente manera:

"La concepción de edificios adaptados a su propio clima, usando con acierto los recursos que la naturaleza nos ofrece: el sol, viento, vegetación y temperatura ambiental, sacando

partido de estos fenómenos con el objetivo de obtener ganancias o pérdidas de calor provechosas para los ocupantes del edificio creando condiciones de confort físico y psicológico, limitando el tener que recurrir a sistemas mecánicos artificiales".

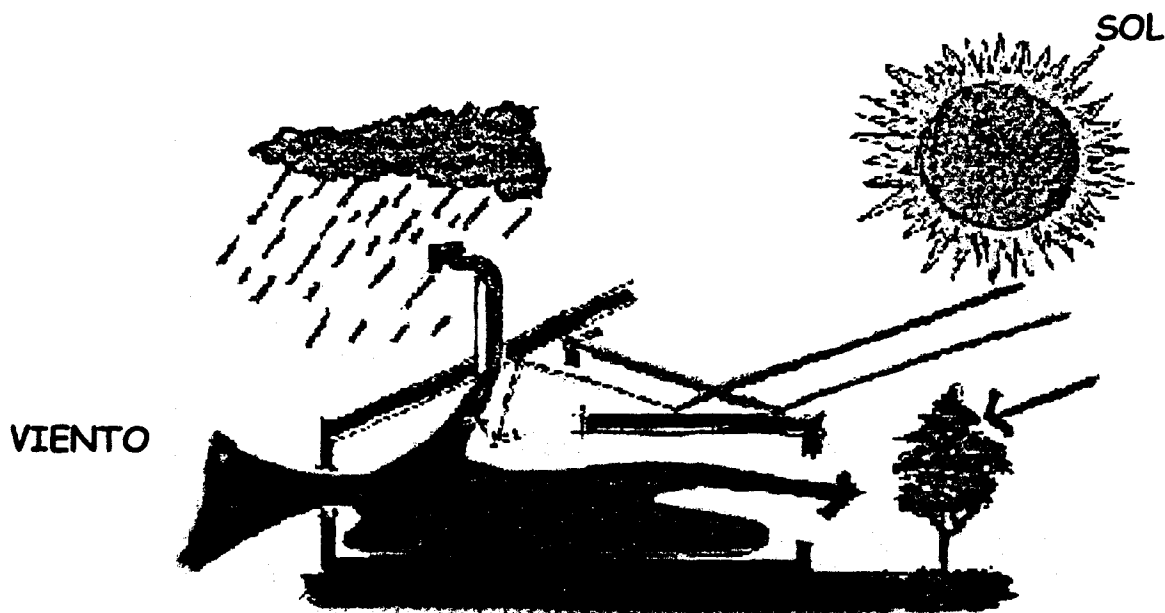


FIGURA 3.3
VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

El Diseño Bioclimático, fué utilizado por primera vez por el botánico y climatólogo alemán Köpen, el cual diseñó a principios de los años 1900 un sistema de clasificación del macroclima terrestre, basado en la adaptación climática de la vegetación en las diversas zonas del planeta.

La aplicación del término a la proyección bioclimática data desde los años 60' s, gracias a los hermanos Olgyay (1957), arquitectos americanos de origen Húngaro que estudiaron la problemática de la interacción de la arquitectura y el clima aprovechando de manera práctica el control de la energía solar.

Actualmente en la vivienda, se están desarrollando estrategias de diversas índoles para cubrir las necesidades energéticas, estas las podríamos dividir en: activas y pasivas. El Diseño Bioclimático, se limita al estudio de las estrategias pasivas, es decir utiliza solamente soluciones arquitectónicas para lograr un bienestar térmico entre el interior y exterior del edificio

3.3. PRINCIPIOS DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

El diseño bioclimático, se basa en tres principios fundamentales:

1. Análisis del medio físico natural de la región
2. Definición del confort térmico humano, determinando las necesidades climáticas para obtener dicho confort
3. Conocer los efectos del clima en el edificio

3.3.1. MEDIO FÍSICO NATURAL DE LA REGIÓN.

Es necesario conocer el medio físico natural de la región específica en la cual se va a realizar el proyecto, cada región tiene características físicas diferentes, y en cada lugar vamos a tener situaciones diferentes que resolver, en busca de lograr el ambiente para confort humano, las cuales las podremos conocer mediante un cuidadoso análisis del medio. Esto nos ayuda a entender el problema y su contexto.

Los siguientes, son aspectos importantes, que se deben conocer del lugar en el que se va a realizar el proyecto.

3.3.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

El hecho más importante que determina el clima de una región es el lugar exacto en donde esta ubicada en el planeta, para precisarlo cuenta con tres datos:

□ Latitud

Marca que tan lejos o cerca se esta del ecuador, con lo cual se conoce la inclinación de los rayos solares sobre la superficie de los cuerpos

□ Longitud

Determina el horario de la región, indispensable para diagnosticar los tiempos del recorrido solar y como afecta la superficie de los cuerpos en determinadas horas. El cruce de ambos, latitud y longitud, define el punto que precisa la

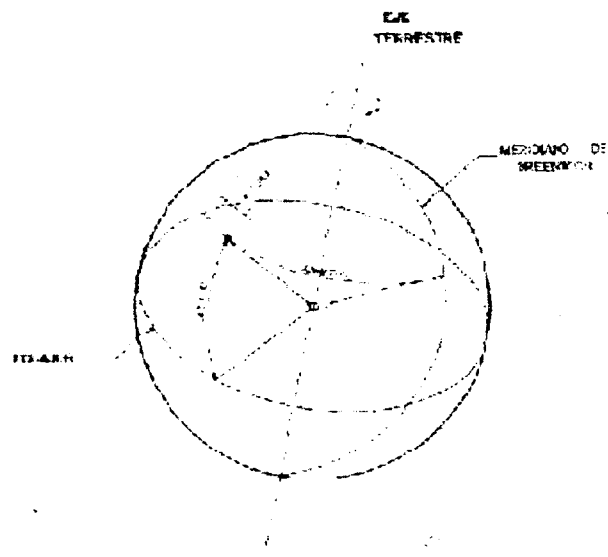


FIGURA 3.4
SITUACIÓN GEOGRÁFICA

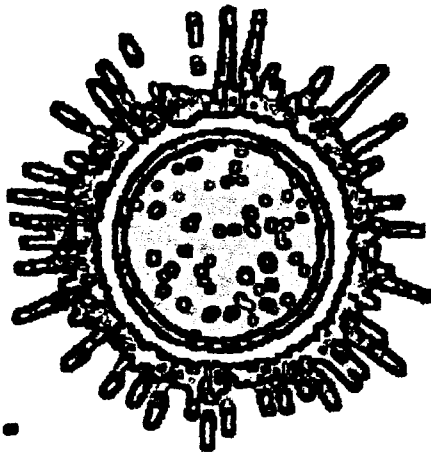
localización del área de estudio en el planeta.

□ Altitud o elevación

La presión atmosférica y la temperatura decrecen de las zonas más bajas (calurosas y secas) a las más altas (templadas y frías)

3.3.1.2. CLIMA

El conocimiento del clima, nos permite establecer consideraciones para la adecuación de los edificios pudiendo regular aquellos que en gran manera hacen más difícil el confort. Los elementos que conforman el clima son: asoleamiento, radiación solar, temperatura, precipitación, humedad y vientos.



EL SOL

El sol, es la fuente de energía menos aprovechada y constituye una fuente inagotable, siempre disponible y no contaminante.

FIGURA 3.5

□ Asoleamiento

El sol es el elemento dominante de un clima, conocer el movimiento anual del sol, permite a la hora de diseñar un espacio, pronosticar los efectos solares sobre este; determinando en gran parte la orientación, forma y ubicación, de las partes que lo integran, así como las pérdidas y ganancias de calor de dicho espacio. Para identificar la ubicación de los rayos solares, se han desarrollado datos del recorrido del sol de acuerdo a la situación geográfica y tiempo, a manera de coordenadas con la ayuda del azimut y altitud, los cuales son ángulos referenciales que nos indican el ángulo vertical y horizontal de incidencia del sol respectivamente (Ver capítulo 5 y Apéndice A y B).

□ Radiación

La radiación solar, es energía calorífica emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas. La cantidad de radiación depende principalmente de la latitud del lugar, día del año y características atmosféricas (Apéndice C).

□ Temperatura

La temperatura, caracteriza la acción solar sobre nuestros sentidos, es la que nos permite decir que un cuerpo es más o menos caliente que otro. Durante el día, la superficie de la tierra se expone a la radiación solar, por consecuencia, el aire y los cuerpos adquieren un grado de calor o temperatura que de acuerdo a su magnitud afecta al hábitat humano. La temperatura en Monterrey se mide en grados celsius.

□ Humedad Relativa

La humedad, es el agua suspendida en el aire en forma de rocío y se mide como el porcentaje de aire saturado por el agua. Al 100% de humedad relativa para una temperatura dada, el aire no podrá aceptar mayor cantidad de rocío. El confort, está directamente influenciado por la humedad relativa, así como por la temperatura.

□ Precipitación

Los volúmenes de agua y vegetación producen evaporaciones, que por ley natural tienden a transportarse a la atmósfera, formando condensaciones de vapor o nubes, las cuales al producirse un enfriamiento por el aire, liberan precipitación en diferentes formas como: nieve, granizo, lluvia y rocío. La cantidad de precipitación determina muchas veces las zonas climáticas, así como consideraciones o requisitos en el diseño bioclimático, formal y estructural.

□ Vientos

Son corrientes de aire producidas por el calentamiento diferencial de ciertas zonas, el aire caliente producido por la radiación del ecuador, sube a la atmósfera en dirección a los polos, y al enfriarse por convección, baja a la superficie con una fuerza y dirección que pueden modificarse de acuerdo a las condiciones locales.

Otros aspectos importantes para analizar el medio físico son: la topografía, geología, hidrografía y vegetación del lugar.

3.3.2. CONFORT HUMANO

Es importante definir los parámetros del confort humano, considerando que precisamente el objetivo principal del diseño bioclimático, es lograr las condiciones óptimas del edificio en busca de proveer un espacio de confort a los ocupantes del edificio particular del que se este hablando.

El confort térmico, existe cuando las condiciones ambientales permiten al cuerpo humano desarrollar sus actividades ligeras cotidianas sin que se vea alterado su metabolismo normal. Cuando una persona se encuentra bajo condiciones climáticas desfavorables o es sometida a un esfuerzo físico intenso, se accionan las defensas fisiológicas de termoregulación (sudación, respiración agitada, etc) para evitar un calentamiento o enfriamiento del cuerpo(Ley Guing).

Diversas investigaciones en los últimos años han definido las condiciones ambientales donde el hombre logra el confort térmico, tomándose como parámetros la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación solar.

- Carta bioclimática.- Gráfica la temperatura del bulbo seco como ordenada y la humedad relativa como abscisa y se marca la zona de confort con un área sombreada al centro de la gráfica (Ver capítulo 6).

3.3.3. EFECTOS DEL CLIMA EN LOS EDIFICIOS

El análisis del medio físico de la región, y los parámetros de confort necesarios para el o los ocupantes del edificio, no pueden actuar independientemente, sin considerar el edificio en particular en donde los vamos a considerar, ya que las características medio ambientales, no dejan de ser características exteriores que serán modificadas por la envoltura propia del edificio, que nos determinará las condiciones finales que se presentarán al usuario.

Para establecer lineamientos en la aplicación del diseño bioclimático, se analiza el comportamiento del edificio ante los fenómenos climáticos: el térmico y el de los vientos.

El comportamiento térmico del edificio esta dado por el intercambio de calor que se realiza entre el interior y el exterior a través de su membrana (techos, muros, ventanería y pisos). Las condiciones exteriores son muy variables, por lo que las respuestas del edificio presentan diferentes matices. Los elementos que intervienen en el fenómeno son:

☐ Radiación solar

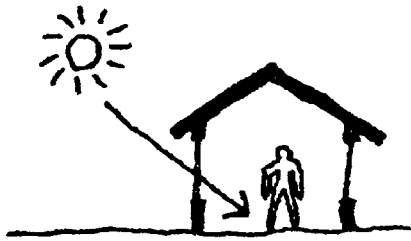


FIGURA 3.6

La energía calorífica emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas, la intensidad de esta sobre la superficie, depende del ángulo de incidencia, a mayor perpendicularidad de los rayos solares son respecto a la superficie, mayor intensidad de la radiación. Al llegar la radiación a una superficie cualquiera se presentan tres fenómenos:

- * Reflexión.- Es la reflexión por las superficies, de la radiación solar y depende del color, tono y textura de los materiales de las superficies.
- * Transmisión.- Se define como la radiación que atraviesa por un material.
- Absorción.- La radiación solar absorbida por un material, aumentando la temperatura de éste. Al entrar los materiales en un proceso de calentamiento estos tratan de guardar el equilibrio con el ambiente transfiriendo calor por tres medios:



FIGURA 3.7

- ☐ Conducción.- Se caracteriza por propagarse a través de todos los cuerpos sólidos o líquidos de molécula a molécula.

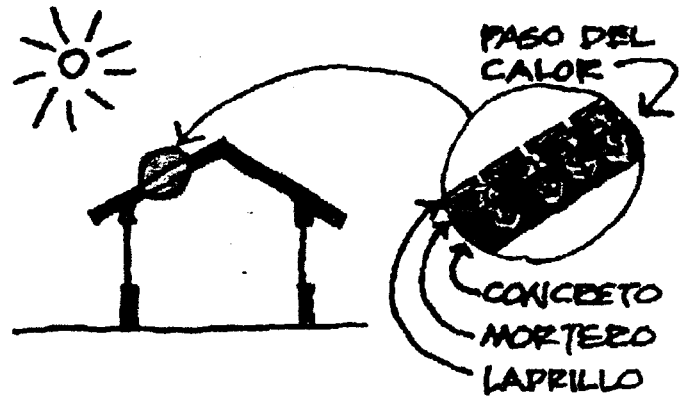


FIGURA 3.8

Intercambio entre dos o más objetos por radiación electromagnética.



- ☐ Radiación por emisión.- Es la transferencia de calor que se produce cuando dos cuerpos de diferente temperatura se encuentran separados por un ambiente permeable a la radiación, el calor se transforma en energía radiante, viaja a través del medio y alcanza otro cuerpo.

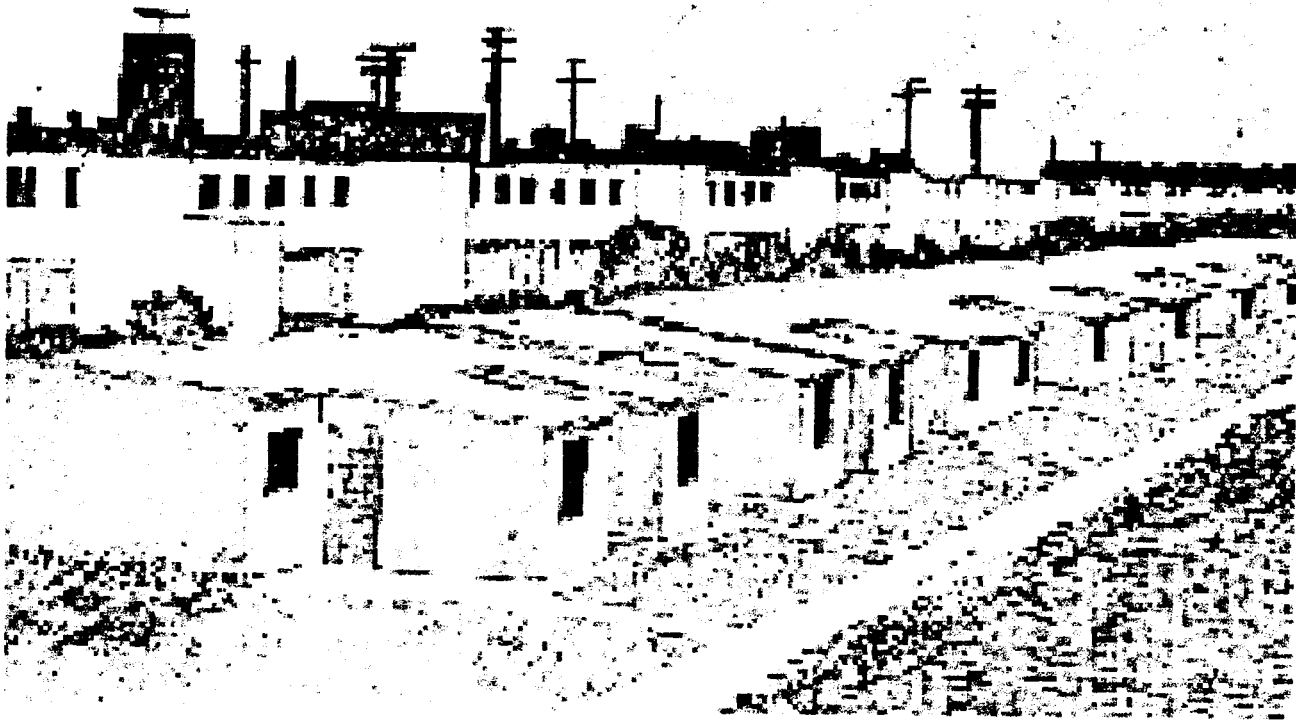
- Ventilación.- El intercambio térmico que se logra por la ventilación, ayuda a perder calor rápidamente.
- Infiltración.- Es el flujo de calor que fluye por todas las ranuras de las puertas, ventanas en contacto con el exterior.
- Calor generado por iluminación, aparatos eléctricos y ocupantes.- El calor generado por aparatos eléctricos, de gas, luces y metabolismo de los ocupantes.

Para tener una concepción de los efectos, que estos elementos tienen en el comportamiento térmico del edificio, es necesario hacer un análisis térmico, realizado con el cálculo de : Ganancia y pérdida por conducción (muros, techos, puertas y ventanas), ganancia por transmisión (ventanas), pérdida por conducción (pisos), ganancia y pérdida por infiltración, ganancia por aparatos eléctricos, de gas, luces y ocupantes, pérdida por ventilación.

□ Viento

Finalmente se analizan los efectos que produce la intervención del viento sobre los edificios, que se manifiestan de tres maneras:

- * Provocando ventilación natural dentro del edificio
- * Interviniendo en el diferencial de temperaturas entre interior y exterior (temperatura sol-aire)
- * Provocando efectos mecánicos sobre el edificio (efecto de Venturi, efecto chimenea, etc)



IV. LA VIVIENDA

4.1. CONCEPTOS GENERALES DE LA VIVIENDA.

A lo largo de la historia, el hombre a dedicado parte de su búsqueda, al desarrollo de un lugar acogedor en el cual refugiarse de las condiciones exteriores para asegurar sus condiciones de confort; este refugio que a evolucionado conforme a diferentes condicionantes a través del tiempo, se ha convertido en el nicho del núcleo de la sociedad humana; la familia.

La vivienda, a la vez de satisfacer las necesidades básicas de alojamiento del ser humano, constituye un medio de expresión de una cultura, de un estatus social, gustos específicos, etc. Además de su carácter utilitario, establece una forma de expresión de los individuos y grupos sociales, por su contenido, la disposición del espacio, las fachadas, etc., como lo hacen a través de diferentes elementos como: a través del cuerpo (tatuajes, forma de vestir, maquillaje, peinado...); por medio de objetos simbólicos (joyas, armas, coches...), entre otros.

La vivienda se considera un sistema complejo, dada la multiplicidad de aspectos diversos a considerar en su diseño; sociológicos, económicos, psicológicos, tecnológicos, estéticos, políticos, etc. (Bertuglia, 1977) Además, las variables que intervienen en su definición son muchas y de muy diversa naturaleza; las cuales pueden ser definidas cuantitativa o cualitativamente.

Si analizamos la vivienda como un sistema, se pueden definir sus subsistemas y componentes, de la siguiente manera. (S. García, 1995)

VIVIENDA					
FUNCIONAL			ESTRUCTURAL		
ESPACIAL	FISIOLÓGICO	PSICOLÓGICO	ESTRUCTURA	PARTICIONES O DIVISIONES	SERVICIOS Y LINEAS DE SUMINISTRO

CUADRO 4.1

ESPACIAL

Constituye el espacio necesario por los ocupantes o usuarios de una vivienda, para su adecuado desarrollo.

FISIOLÓGICO

Son los componentes requeridos para asegurar el confort fisiológico y la salud de los ocupantes de la vivienda. Considera los factores climáticos (temperatura, humedad, clima, etc).

PSICOLÓGICO

Incluye los componentes requeridos para asegurar el confort psicológico, necesario por los ocupantes de la vivienda.

- Nivel de seguridad de la región
- Componentes y materiales que aseguran la calidad
- Privacidad requerida para las diferentes actividades
- Entre otros

ESTRUCTURA

Es la que soporta las sollicitaciones estructurales a que va a estar sometida la vivienda, incluyendo su propio peso.

CERRAMIENTOS O MUROS DIVISORIOS.

Componentes que delimitan y dividen los espacios en la vivienda: muros portantes, tabiques, ventanas, puertas, etc.

SERVICIOS Y LINEAS DE SUMINISTRO

Incluye todos los servicios de la vivienda para asegurar la salud y confort de los usuarios, incluye tanto servicios y suministros húmedos (agua, drenaje) como secos (gas, luz, teléfono, etc)

Como se mencionó anteriormente, son muy diversas las variables que intervienen en el desarrollo y evolución de la vivienda, a continuación se describen las diferentes variables que influyen al momento de una adecuada concepción de la vivienda (Salvador García,1995).

SOCIOCULTURALES.

El diseño de una vivienda debe considerar las condiciones sociales y culturales que permitan amalgamar por una parte las necesidades sociales del entorno, y las preferencias culturales del mismo; para ello se deben considerar las estadísticas, información bibliográfica, estudios de campo, experiencias anteriores (personales y ajenas), el sentido común, todo ello puede conducirnos a una adecuada toma de decisiones.

- Tamaño de la familia

- Costumbres
- Religión
- Contexto social y cultural
- Limitaciones
- Etc.

TECNOLÓGICAS

Las variables tecnológicas, son parte esencial de la vivienda, pues a través de un diseño y una práctica constructiva adecuada se puede obtener un producto final satisfactorio; la tecnología debe responder a varios factores como son: las condiciones ambientales, culturales, aspiraciones sociales, y obviamente las condiciones económicas; y técnicamente hablando, se deben conjuntar varios conceptos adecuadamente: Materiales disponibles, control de calidad, métodos constructivos, equipos y herramientas, mano de obra, normativa, incluso mantenimiento, que nos conduzcan a obtener la calidad de edificación más adecuada, aprovechando lo que el entorno nos ofrece y respetando y satisfaciendo los factores técnicos antes mencionados.

ECONÓMICAS

Las condiciones económicas de la sociedad o del entorno, en general; y de los usuarios en particular, marcan un importante papel en la posibilidad de que vean satisfechas sus necesidades y aspiraciones en lo que a la vivienda se refiere. En este apartado encontramos influencia de muy diversa índole: ocupación, ingresos, situación de empleo, precio del suelo, tipo de vivienda, tipos de actividades económicas del entorno, estabilidad económica de dicho entorno, inflación, entre otros.

FINANCIERAS

La situación de la vivienda en el aspecto de financiación marca un importante punto de partida en la generación y adquisición de la vivienda; el papel del estado y de las instituciones financieras son fundamentales, los programas y planes de financiamiento marcan su importancia en todo el proceso de generación de vivienda.

AMBIENTALES

Dentro del entorno existen dos variantes a considerar en el ambiente que definirá la tipología de una vivienda, las condiciones naturales (temperatura, precipitaciones, clima, asoleamiento, vientos, topografía...) para proteger al usuario de su mismo medio natural; y las condiciones urbanas, infraestructura que el entorno ofrece para la vivienda y sus usuarios (drenaje, agua potable, pavimento, luz...), así como las condiciones de seguridad, aseo, transporte, salud, educación, etc.

POLÍTICAS

En este sentido, la legislación, planes de desarrollo, programas de apoyo, etc., juegan un papel muy importante en la vivienda, fundamentalmente en la creación de las condiciones para la inversión, financiamiento y adquisición de la vivienda; influyendo en la industria de la construcción, en el mercado inmobiliario, en el déficit habitacional y en la mejora de la calidad de vida de la sociedad.

4.2. ASPECTO FUNCIONAL DE LA VIVIENDA

Una clasificación usual desde el punto de vista funcional de las áreas que componen una vivienda, sería la siguiente:

- Área familiar
- Área social
- Área de servicio
- Áreas secundarias o de circulación

El área familiar esta constituida por las recamaras con su(s) baño(s) y la estancia familiar.

El área social la formaría el comedor, la sala, medio baño, terraza y/o jardín.

El área de servicio incluye la cocina, la lavandería con patio de tender y cochera.

Las áreas secundarias o de circulación son los pasillos, escaleras, etc.

Es importante considerar inicialmente, las condiciones requeridas para el confort en una vivienda, relativas principalmente al diseño de los espacios de acuerdo a sus necesidades funcionales. De acuerdo a la clasificación anterior de todos los espacios que pueden formar una vivienda, se da un análisis hecho por el Arq. Raúl Caffarel Toral, sobre los principales espacios con aspectos que puedan otorgar el confort deseado en cada área.

RECAMARAS

La recamara principal por el mobiliario y por el espacio para guardar ropa (closet, ropería) requiere mayor amplitud que una recamara normal.

Una adecuada orientación de estos espacios y abertura de las ventanas, garantiza en cierta forma una ventilación satisfactoria, sobre todo si se agrega a esto una altura de piso a techo no menor de 3.00 mts.

Por el horario que se usa, la recamara no requiere de mucha iluminación natural, pero, sí, en cambio, es determinante para el confort, un correcto aislamiento térmico y acústico que propicie el descanso pleno.

Las texturas y colores de las paredes y pisos son variables. Se sugieren texturas lisas y colores claros, no brillantes ni fuertes que reflejen la luz interior.

Las condiciones ambientales, si no se resuelven por medios naturales, que es lo más indicado, se recurre a los usuales medios mecánicos de acondicionamiento.

COCINAS

Las funciones realizadas en la cocina determinan la ubicación del mobiliario. La preparación de alimentos y aseo de utensilios requieren un orden. Desde el almacenaje de los insumos (alacena, refrigerador), pasando por la preparación y conocimiento hasta su terminación al servirlos.

La altura de este espacio, por su generación de calor, no debe ser menor de 3.00 mts de piso a techo, si es que se busca una verdadera condición de confort.

La cocina requiere una ventilación adecuada, tal que permita que el calor se disipe al exterior pero sin que afecte las flamas de la estufa.

Se requiere iluminación, tanto natural como artificial, por ser un lugar que puede usarse de 10 a 12 horas del día.

Los acabados por lo general deben ser de fácil aseo (azulejo preferentemente) de textura lisa y color muy claro o blanco, que aumente la sensación de frescura.

BAÑO

En este espacio esta justificada una forma rectangular y los muebles sanitarios colocados en línea sobre un muro, para facilitar las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Se requiere una adecuada ventilación natural, la instalación sanitaria debe tener una reventila y los acabados en muros, sobre todo en las zonas húmedas, deben hacerse con material vidriado (azulejo o cerámica) para su fácil aseo.

SALA

El área social por su función, requiere un espacio con dimensiones adecuadas para albergar a un grupo de personas. Este lugar por lo pronto, requiere tal amplitud que permita una convivencia satisfactoria, y que el mobiliario tenga espacio suficiente para su ubicación y uso. Una ventana amplia permitirá iluminación y ventilación natural necesaria y si se abre a una vista agradable (jardín o terraza) o hacia un espacio abierto, produce aún mejor efecto en los usuarios.

Se recomiendan diversos acabados en muros y pisos y preferentemente que tengan capacidad de absorción acústica, por el nivel de ruido que se genera en una reunión. La altura de la sala y su acondicionamiento ambiental, ayudan al confort de este espacio.

COMEDOR

Aunque su uso se limita a un determinado tiempo, requiere dimensiones, tales que permitan la circulación con libertad, alrededor de la mesa. La iluminación natural y artificial es muy necesaria sobre la mesa, ya que es el punto principal en el uso de este espacio, y no es tan determinante como en la sala.

LAVANDERÍA Y PATIO DE TENDER

Se ubica en un lugar cercano a la cocina por facilidad de instalaciones hidrosanitarias, así como por su uso simultáneo, algunas veces, con la preparación de los alimentos. Requiere sobre todo de una buena ventilación natural que permita el secado de la ropa, aunque esta operación la puede realizar una secadora. Se recomienda cierta privacidad al tender la ropa, por las prendas que se lavan, es decir proteger su exposición de la vista del área social o del exterior de la vivienda. Un local semi-cerrado brinda protección al usuario.

TERRAZA Y/O JARDÍN

Estos espacios cumplen con una función primordial: la integración familiar. La terraza es una prolongación de la vivienda hacia el exterior, pero con privacidad, dentro del terreno de la vivienda.

El jardín cumple una función biológica y estética en la vivienda. Por una parte, el área verde absorbe la radiación solar, los árboles purifican el aire, lo limpian de impurezas y lo refrescan, además de dar sombra. Estéticamente un jardín es agradable y permite una terapia ocupacional.

ESTANCIA FAMILIAR

Proponer la inclusión de este espacio en la vivienda, tiene como objetivo propiciar la reunión del grupo familiar en este espacio determinado e informal, donde puede ubicarse el televisor.

4.3. LA EVOLUCIÓN DE LA VIVIENDA EN MONTERREY

En Monterrey, la vivienda ha evolucionado a través de la historia, cada tipología de vivienda que se desarrolla en su momento histórico, esta directamente relacionada con las variantes previamente mencionadas. Esta evolución fue muy pequeña y casi imperceptible hasta éste siglo, que marca los inicios de la revolución industrial, y esta ligada principalmente con la gran cantidad de tecnologías que surgen a partir de estas fechas.

Es por esta rápida evolución que se da, en muy pocos años, el gran impacto ecológico que existe, porque al contar con tecnologías capaces aparentemente de solucionar las condiciones ambientales exteriores sin necesidad de una adaptación lógica, se olvidan, de la importancia del uso de materiales de la región, o de la adaptación climática.

Antes de analizar la importancia de un diseño energético en las viviendas de esta ciudad, se describirá la evolución de la vivienda hasta este siglo, (se omiten las variantes

económicas, políticas y sociales; sin que esto implique poca importancia) que nos ayudará a visualizar estos cambios críticos que describimos, sin embargo cabe mencionar, que no podemos parar el desarrollo, y debemos aprender de nuestros antecesores aprovechando toda la tecnología que tenemos a nuestro alcance y optimizarla al máximo.

La ciudad de Monterrey, fué fundada en septiembre de 1596 en una ceremonia realizada por Don Diego de Montemayor. Documentos que revelan la historia de la evolución arquitectónica que se llevo a cabo en la ciudad, muestran las siguientes tendencias en la vivienda (Cavazos Garza):

1600

Sus primeras casas, eran formadas por dos o más habitaciones, de adobe y techos de terrado (una forma de cubrir el claro de una habitación a base de una estructura de madera, tablonés sobrepuestos y encima de ellos un relleno a base de tierra inerte). Así mismo se describen techos de zacate y divisiones de carrizo.

Fueron viviendas construídas de manera progresiva, utilizando los materiales del valle, que nos confirma, la búsqueda de los escasos pobladores



FIGURA 4.1

por adaptarse con mejor y mayor comodidad a su vida en el valle.

A MEDIADOS DEL 1600

Viviendas de adobe, techadas con Tejamanil (techo de madera con una tablilla delgada y ligera con 27 vigas blanqueada con cal).

FINALES DE 1600

Sus casas se veían cada vez más sólidas, provistas de los lujos que proporcionaba la Nueva España, las casas y edificios se habían comenzado a transformar al uso del sillar, transformación que no se logró

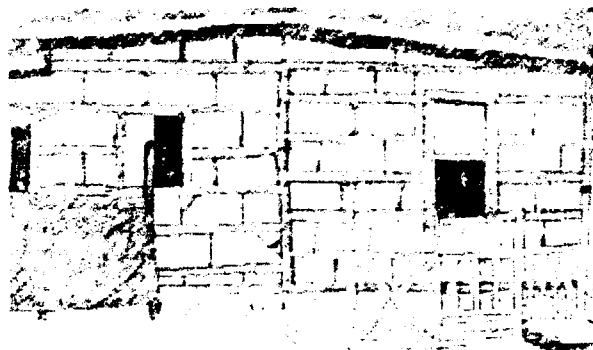


FIGURA 4.2

completamente hasta finales del siglo

XVIII, en la búsqueda de una arquitectura más sólida y durable (el sillar era caro y difícil de extraer y

más costosa su transportación). Se requería de una continuidad económica estable para poder generalizar su uso.

1700

Dependiendo de las capacidades económicas, las viviendas de clase baja eran de adobe, techos de terrado o jacal según posibilidades y las viviendas de clase alta de adobe y cal, techadas de tablazón y viguería, con torta de hormigón en sus azoteas.

MEDIADOS DE 1700

Primeras casas habitación de piedra (piedra y cal).

1800

Viviendas con paredes frontales de piedra, interiores de adobe y muros cimentados con sillería

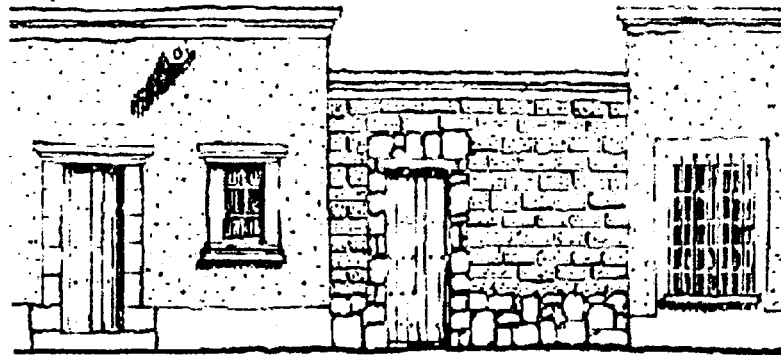


FIGURA 4.3

1900

Con el rápido crecimiento tecnológico y de la industria, así como la influencia extranjera, se ve una evolución muy significativa en la vivienda a principios de siglo; se utilizan gran cantidad de materiales, influencia de otros países, sin embargo utilizando el sillar como material principal (aunque mejorado).

En 1928, se iniciaron programas para dotar de viviendas a los trabajadores y obreros de las grandes empresas y se realizaron importantes proyectos habitacionales de la Cervecería, la Vidriera y la Fundidora.

En los años 40's la diversidad de materiales y técnicas de construcción se ampliaron, en estos años se mezclaban el cemento, con ladrillo y tabique, la piedra, el barro, la madera, el fierro vaciado y la teja de barro. Sin embargo los nuevos edificios ya se construían de concreto y acero.



FIGURA 4.4

En estos años el gran crecimiento de la población, da un gran auge a la arquitectura residencial, lo que provocó la aparición de una gran cantidad de arquitectos especializados en esta rama.

En los años 60's la población de Monterrey tenía ya más de 600 mil habitantes y con esto graves problemas urbanos y un gran déficit de viviendas, aún con los grandes fraccionamientos autorizados.

Este aumento de población ha continuado hasta estas fechas, provocando una gran cantidad de desarrollos habitacionales en serie.

Esta necesidad, por la construcción de grandes cantidades habitacionales, ha conducido a la investigación a finales de este siglo, de muchas otras nuevas técnicas constructivas, tradicionales, racionalizadas o industrializadas en la edificación de vivienda.

Sin embargo es de gran importancia no olvidar los problemas ambientales que todo este crecimiento acelerado del último siglo ha provocado, y tomar en cuenta las cualidades ambientales de estas nuevas tecnologías.

Como conclusión, es importante observar que de acuerdo a los protocolos del archivo municipal toda esta evolución ha sido producto de la existencia de una conciencia por hacer más digna y habitable la vivienda, lo cual es signo de una búsqueda de mayor comodidad y durabilidad en los edificios.

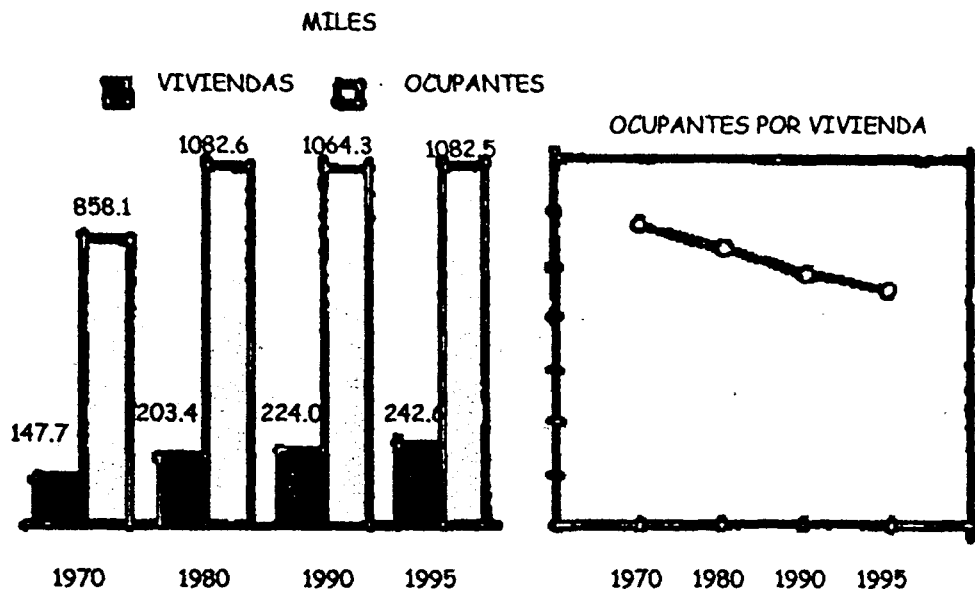
El adobe es una material que se menciona con mucha constancia en los documentos de la época, desde su fundación hasta principios de 1900 e inclusive en algunas escasas viviendas de la actualidad, de manera mucho más racionalizada. Usado en los diferentes tipos de vivienda, tanto clase alta como baja, inicialmente por su accesibilidad y manejabilidad y actualmente por su gran calidad térmica y comportamiento ante las condiciones del ambiente.

4.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIVIENDA EN MONTERREY

A continuación, se presentan datos importantes sobre las tendencias de la vivienda en Monterrey, registradas por algunos organismos gubernamentales.

De acuerdo a la gráfica 4.1, se observa que la tendencia actual, es el incremento de las viviendas, pero con menor cantidad de habitantes por cada una, lo cual se podría interpretar como una mejor planeación familiar y tal vez impacte en un menor grado de aumento de la población, mas sin embargo por el momento significa que la construcción de viviendas habitacionales, sigue en aumento.

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS, OCUPANTES Y
PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA
1970-1995



INEGI 1997 Gráfica 3.a. pg. 37

GRÁFICA 4.1

MATERIAL PREDOMINANTE EN PISOS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS MONTERREY	PORCENTAJES MONTERREY
EN PISOS	222593	100.0
TIERRA	8536	3.8
CEMENTO O FIRME	98372	44.2
MADERA, MOSAICO U OTROS	114594	51.5
NO ESPECIFICADO	1091	0.5

Viviendas particulares habitadas, según material predominante en pisos
Al 12 de marzo de 1990 (INEJI 97)

TABLA 4.2

MATERIAL PREDOMINANTE	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS MONTERREY	PORCENTAJES MONTERREY
EN PAREDES	222593	100.0
LÁMINA DE CARTÓN	1339	0.6
CARRIZO, BAMBU O PALMA	27	NS
EMBARRO O BAJAREQUE	129	0.1
MADERA	11433	5.1
LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	1194	0.5
ADOBE	465	0.2
TABIQUE, LADRILLO, BLOCK PIEDRA O CEMENTO	205567	92.4
OTROS MATERIALES	1430	0.6
NO ESPECIFICADO	1009	0.5

Viviendas particulares habitadas según material predominante en paredes
Al 12 de marzo de 1990 (INEGI 1997)

TABLA 4.3

En la actualidad, como se mencionaba anteriormente, se están desarrollando una serie de técnicas y materiales constructivos nuevos, en busca de mejorar la calidad de las construcciones, así como racionalizar la construcción como se ha hecho con otros procesos industriales, más sin embargo hasta el año de 1995, podemos observar de acuerdo a las tablas 4.2, 4.3 y 4.4, que aún no se difunden fuertemente estos nuevos sistemas, y se sigue construyendo con los métodos tradicionales parcialmente racionalizados como block, tabique, concreto, etc; además ya casi no se promueve la práctica antigua de la construcción con el adobe.

MATERIAL PREDOMINANTE	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS MONTERREY	PORCENTAJES MONTERREY
EN TECHOS	222593	100.0
LAMINA DE CARTÓN	9784	4.4
PALMA, TEJAMANIL O MADERA	1660	0.7
LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	37168	16.7
TEJA	250	0.1
LOSA DE CONCRETO, TABIQUE O LADRILLO	250	76.5
OTROS MATERIALES	2355	1.1
NO ESPECIFICADO	1135	0.5

Viviendas particulares habitadas según material predominante en techos
Al 12 de marzo de 1990 (INEGI 1997)

TABLA 4.4

4.5. IMPORTANCIA DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA.

Las técnicas aplicadas a la vivienda, que hoy se considera novedoso en el campo arquitectónico, no es más que retomar la ley natural, aplicar los conocimientos del medio y del clima, como lo hacían antiguamente personas que no eran arquitectos, pero se basaban en esa sabiduría que adquiere el que observa la naturaleza.

El resultado de la aplicación de estas técnicas por nuestros antepasados, correspondió a su forma de vida y a la preocupación de adaptar sus viviendas al clima local.

Ejemplo de esto son las casas mayas que siempre se conservaban frescas; los purepéchas de clima lluvioso, protegen los alimentos en la parte alta, y la inclinación de su techumbre de tejamanil que sobresale de los muros resguarda de la lluvia a sus habitantes (figura 3.2).

El avance tecnológico ha hecho que nos separemos de la naturaleza. Las viviendas se construyen ahora con la preocupación del sistema constructivo, los materiales y las técnicas que han de aplicarse.

La vivienda de interés social, sobre todo es un buen ejemplo de esta anti-arquitectura, un "prototipo" o modelo de casa o edificio se repite en todos los climas y latitudes de

nuestro país, y se orientan hacia cualquier lado. "lo importante es hacer muchas", no importa que después no sean habitables(Armando Deffis Caso).

El consumo de energía actualmente es cada vez mayor, como consecuencia principalmente de:

- ✓ Un aumento considerable de la población; lo que trae consigo un mayor número de personas que requieren los usos de sistemas que consumen energía.
- ✓ Empleo cada vez mayor de aparatos y herramientas que consumen energía.
- ✓ Número, tamaño y complejidad de los edificios
- ✓ Una generación de inconciencia ecológica, con la producción de sistemas energéticamente ineficientes.

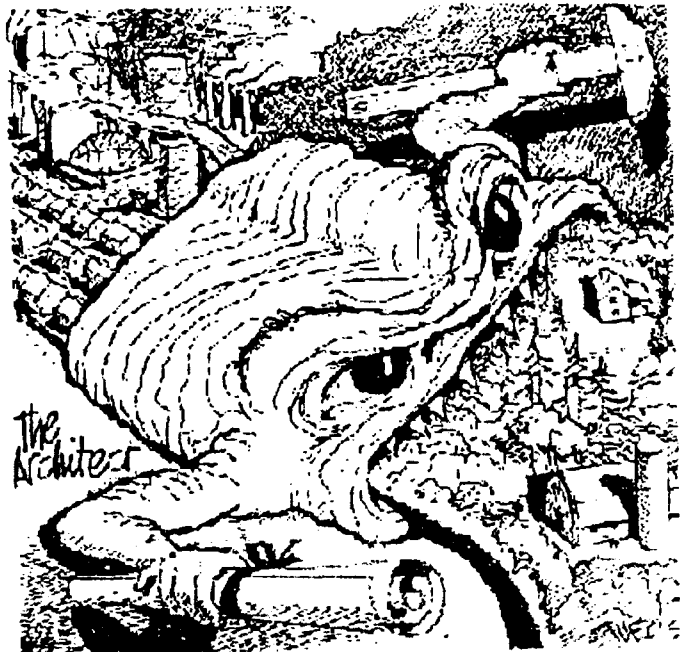


FIGURA 4.5

VIVIENDAS DISPONEN DE ELECTRICIDAD EN LA CIUDAD DE MONTERREY	
AÑO	VIVIENDAS
1960	79247
1970	132285
1980	196420
1990	220507
1995	241600

TABLA 4.5
(INEGI 1997)

Enfocándonos en la célula principal del nicho ecológico de la especie humana (ciudad), la familia (vivienda). Se observa que el gasto de la energía en el sector de la vivienda

representa un destacado porcentaje en la factura total de las ciudades industrializadas con montos aproximadamente de 20 a 25% (Sustainable Buildings AIA).

VOLUMEN DE LAS VENTAS DE ENERGÍA ELECTRICA SEGÚN TIPO DE USUARIO EN MONTERREY, 1996.	
TIPO DE USUARIO	MEGAWATTS-HORA
TOTAL	4,839,661
RESIDENCIAL	437,915
INDUSTRIAL	4,133,905
COMERCIAL	218,049
AGRICOLA	1,516
ALUMBRADO PÚBLICO	43,082
OTROS	5,194

TABLA 4.6
(INEGI 1997)

En la vivienda del siglo XX participan mecanismos , que hacen que las actividades cotidianas dependan del uso de energía, sobre todo de electricidad, principalmente en regiones como Monterrey con climas desfavorables (Muy calientes o muy fríos), donde es necesario además acondicionar la vivienda, utilizando sistemas mecánicos artificiales.

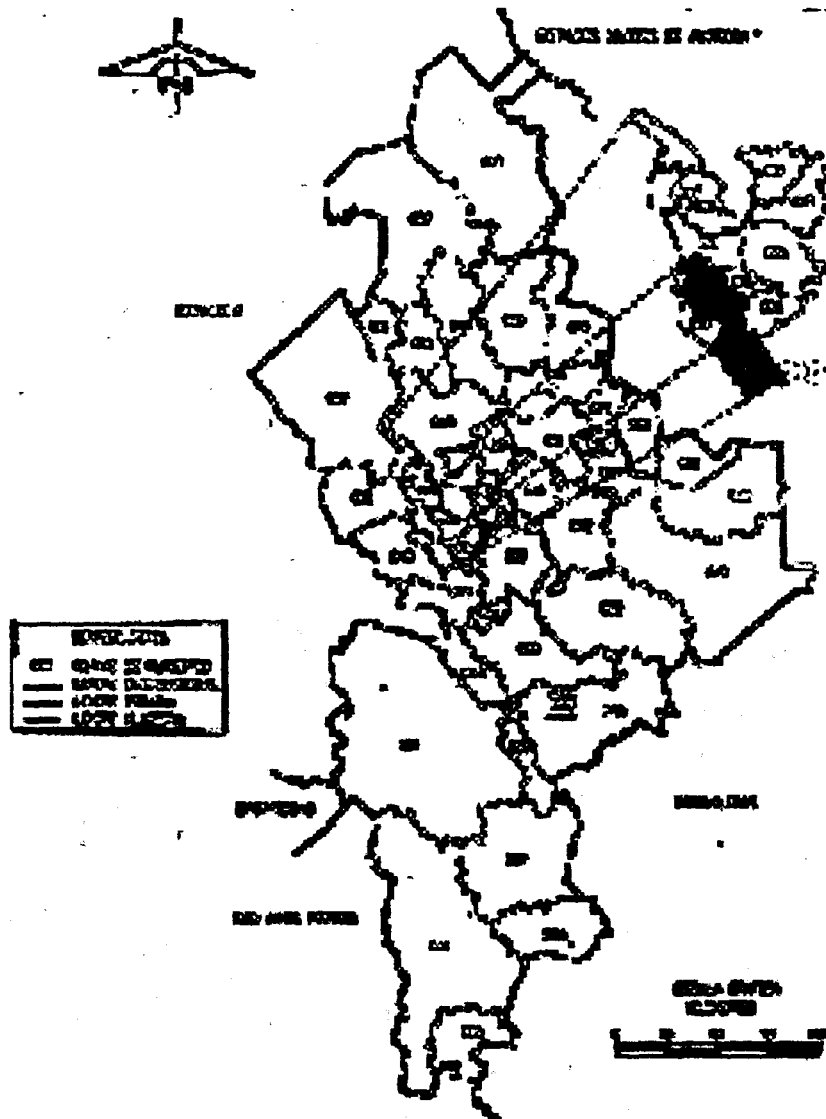
Estos mecanismos, no solo aumentan el consumo general de la energía, sino el gasto familiar destinado al sostenimiento de la vivienda. Si agregamos a este hecho la construcción sin conciencia de casas en serie con un mismo diseño distribuídas por todas las zonas y orientamientos, sin preocupación por su contacto con aire fresco, ventilación, luz del sol, vistas, etc; con gastos mayores de energía y

agua, más caros por calefacción, clima e iluminación de lo necesario. Observamos que tenemos un problema latente ante nuestras manos y que es de primordial importancia implementar soluciones



FIGURA 4.6

correctivas, las cuales primeramente deben enfocarse a la conciencia ecológica de los constructores para provocar un cambio en sus tendencias actuales, iniciando por el hábitat del hombre, LA VIVIENDA.



5. ANÁLISIS DEL SITIO (MONTERREY)

5.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Monterrey representa el 1.2% de la superficie del estado de Nuevo León, colinda al norte con los municipios de General Escobedo, San Nicolas de los Garza y Guadalupe; al este con los municipios de Guadalupe, Juárez, Cadereyta, Jiménez y Santiago; al sur con los municipios de Santiago y Santa Catarina; y al oeste con los municipios de Santa Catarina, San Pedro Garza García y General Escobedo.

Las coordenadas geográficas extremas son las siguientes: Al norte 25° 48', al sur 25° 29' de latitud norte; al este 100° 10', al oeste 100° 25' de longitud oeste.

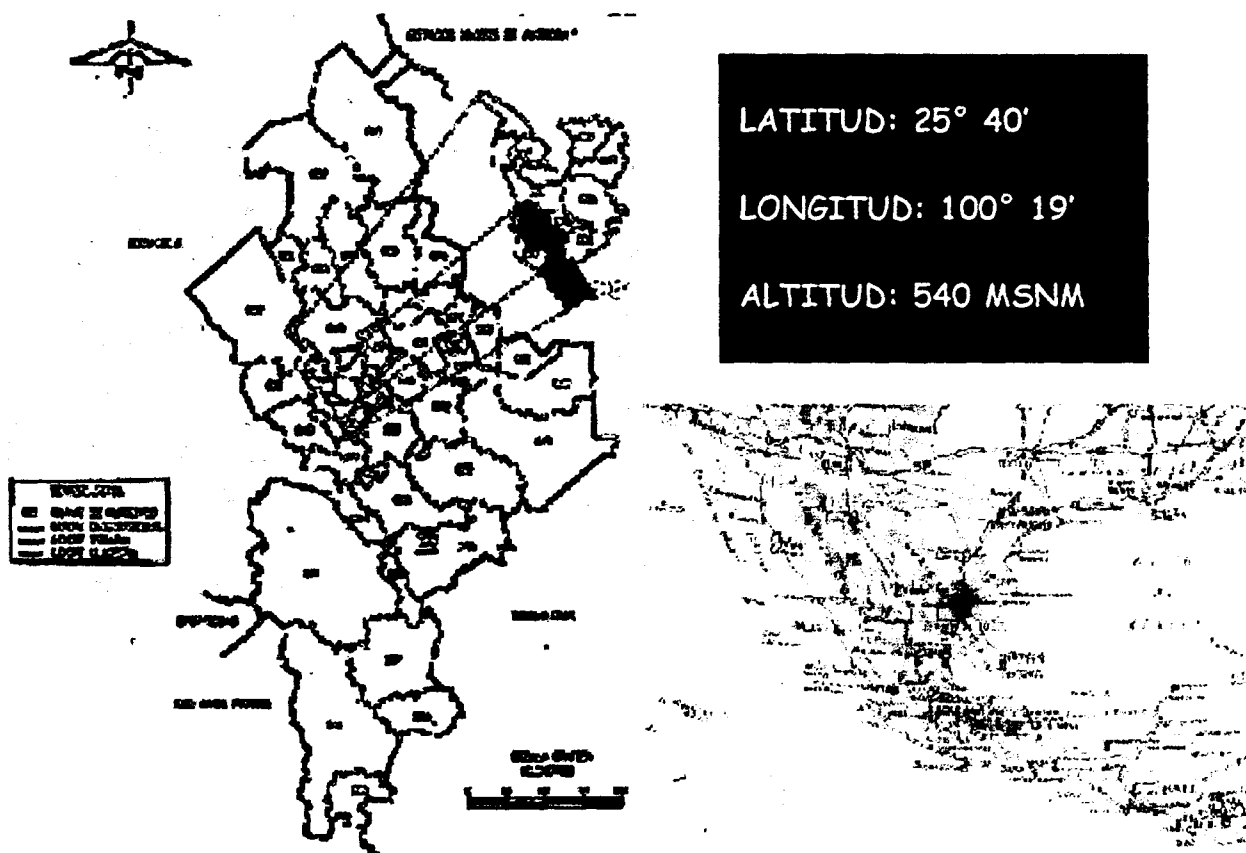


FIGURA 5.1

5.2. CLIMA

El tipo de Clima General de la Zona es: Semiseco, muy cálido y cálido (fuente: CGSNEGI carta de climas).

5.2.1. ASOLEAMIENTO.

El sol es la principal fuente de la vida, y genera todas las formas de energía conocidas, es el recurso energético más valioso y centro de nuestro sistema planetario.

5.2.1.1. ANGULOS DE ALTITUD Y AZIMUT

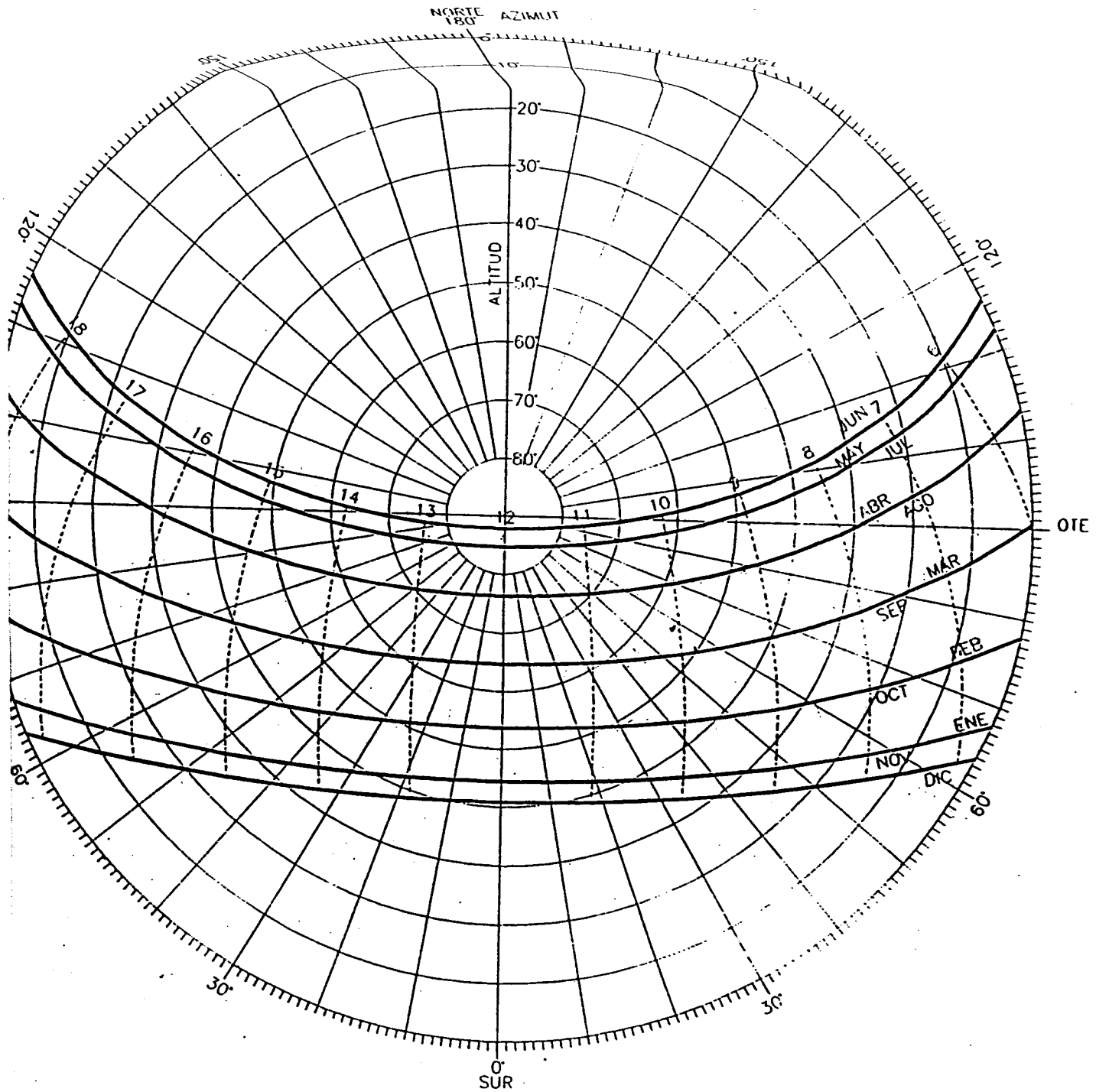
La siguiente tabla, nos muestra los ángulos de asoleamiento en nuestra ciudad, calculados conforme al método propuesto por la ASHRAE y el libro publicado por el IPN, "Análisis y control del asoleamiento". (Ver apéndice A)

CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS DE INCIDENCIA SOLAR															
SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL EN MONTERREY: ALTITUD Y AZIMUT															
ALTITUD $\beta = \arcsen (\cos H \cos L \cos D + \sen L \sen D)$															
AZIMUT $\alpha = \arccos ((\cos L \sen D - \sen L \cos D \cos H) / \cos \beta)$															
hora solar		ENE/NOV		FEB/OCT		MAR/SEP		ABR/AGO		MAY/JUL		JUN		DIC	
AM	PM	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
6	6	0	108	0	100	0	90	5	79	9	71	10	69	0	111
7	5	4	114	9	106	13	97	19	85	22	77	23	74	2	118
8	4	16	122	21	114	27	104	32	91	35	82	36	79	14	125
9	3	27	132	33	124	40	114	46	99	49	87	49	83	24	135
10	2	36	144	44	137	51	127	59	110	62	94	63	88	33	144
11	1	42	161	51	156	60	148	71	131	75	107	76	96	39	162
12		45	180	54	180	64	180	77	180	85	180	88	180	41	180

TABLA 5.1

5.2.1.2. DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLAR DE MONTERREY.

El uso del DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLAR, es una herramienta gráfica útil que nos ayuda a determinar las horas en los días del año en las cuales tendremos disponibilidad de los rayos solares en un sitio en particular. (Gráfica 5.1)



GRÁFICA SOLAR

Monterrey, Mexico

25.67° Lat Nte 100.30° Lon Pte

Mostrando la posición del sol en el cielo

GRÁFICA 5.1

En el diagrama de recorrido solar:

- las líneas elípticas representan los meses del año
- las líneas que las atraviesan, las horas del día
- las líneas radiales del centro indican el azimut
- las líneas concéntricas representan la altitud.

Este diagrama solar nos permite ubicar la posición del sol para una latitud dada en términos de altitud y azimut para una hora y día del año determinado. (Para más información sobre el uso de este diagrama, ver apéndice B)

5.2.2. RADIACIÓN.

Es importante obtener el monto de radiación solar disponible cada hora, que se puede obtener de la información de la radiación total diaria.

Este dato generalmente es utilizado para la carta bioclimática, en conjunto con la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, para determinar el potencial de comfort humano en una fecha y hora determinada.

Además es una información muy importante, para evaluar el impacto que el clima tiene en los edificios y evaluar su comportamiento térmico.

La radiación solar, disponible en la ciudad de Monterrey, que se muestra en la tabla 5.3, se calculó tomando como base los datos proporcionados por el SIMA (Sistema Integral de Monitoreo Ambiental) de su estación de monitoreo en la Pastora y los porcentajes de la tabla 5.2. (Para el cálculo ver apéndice C).

Si no se tiene información de la radiación total diaria en el sitio, podemos considerar que los rangos de radiación disponible tienen variaciones mínimas entre las latitudes, así es que podemos utilizar el dato de la radiación de una ciudad con una latitud y clima semejante.

Generalmente los datos registrados sobre radiación, se miden en radiación diaria disponible langley/min, para efectos del diseño en edificios, es indispensable conocer las variaciones que tiene esta radiación durante el día, para esto se pueden tomar los datos de la tabla 5.2, para lograr una aproximación a estos datos.

Hora	Enero	Marzo y Sept.	Junio
6am / 6pm	-	-	1 - 2%
7am / 5pm	-	1 - 3%	4 - 5%
8am / 4pm	0 - 4%	5 - 6%	6 - 7%
9am / 3pm	6 - 9%	8 - 9%	8 - 9%
10am / 2pm	13 - 14%	11 - 12%	10 - 11%
11am / 1pm	15 - 19%	13 - 15%	11 - 12%
12 mediodía	16 - 21%	14 - 15%	11 - 12%

TABLA 5.2. Porcentaje de Radiación Total diaria disponible en una superficie horizontal cada hora (sun, wind and light. Pg21)

DATOS DE RADIACION SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL. En Watts/M2 (promedio)

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			31	62	186	372	527	651	527	372	186	62	31	
FEBRERO			34	68	205	411	582	719	582	411	205	68	34	
MARZO		58	115	346	519	634	807	865	807	634	519	346	115	58
ABRIL		61	184	368	553	737	860	921	860	737	553	368	184	61
MAYO		65	196	392	523	719	915	980	915	719	523	392	196	65
JUNIO		162	404	519	691	808	889	970	889	808	691	519	404	162
JULIO		173	432	566	727	864	951	1037	951	864	727	566	432	173
AGOSTO		64	128	385	578	770	899	963	899	770	578	385	128	64
SEPTIEMBRE		61	183	366	549	732	854	915	854	732	549	366	183	61
OCTUBRE			92	183	412	550	641	733	641	550	412	183	92	
NOVIEMBRE			30	120	240	420	480	600	480	420	240	120	30	
DICIEMBRE			30	59	189	385	474	593	474	385	189	59	30	

Tabla 5.3. Datos de radiación disponible en Monterrey.

5.2.3. TEMPERATURA: De acuerdo a datos de la C.N.A.

DATOS DE TEMPERATURA MEDIA (C)

COMISIÓN: C.N.A.

OBSERVATORIO. NUEVO LEON

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAX	18.3	21.4	24.4	26.8	30.0	30.7	30.5	30.0	27.7	23.9	20.8	17.2
MIN	11.0	12.8	17.0	20.3	20.1	25.8	26.6	27.3	23.7	20.4	15.4	11.3
MED	13.9	16.8	20.4	23.6	25.9	27.9	28.4	28.4	25.9	22.3	18.5	14.9

TABLA 5.4

DATOS DE TEMPERATURA MÍNIMA EXTRAORDINARIA (C)

COMISIÓN: C.N.A.

OBSERVATORIO. NUEVO LEON

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAX	6.4	8.8	11.6	16.4	19.2	22.4	22.8	22.0	21.0	15.1	10.8	6.6
MIN	-4.0	-4.1	0.2	6.5	13.2	15.8	18.4	19.4	12.2	1.0	2.2	-8.0
MED	2.0	3.6	6.5	11.0	16.4	19.8	20.9	21.0	16.6	11.1	5.9	1.9

TABLA 5.5

DATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA EXTRAORDINARIA (C)

COMISIÓN: C.N.A.

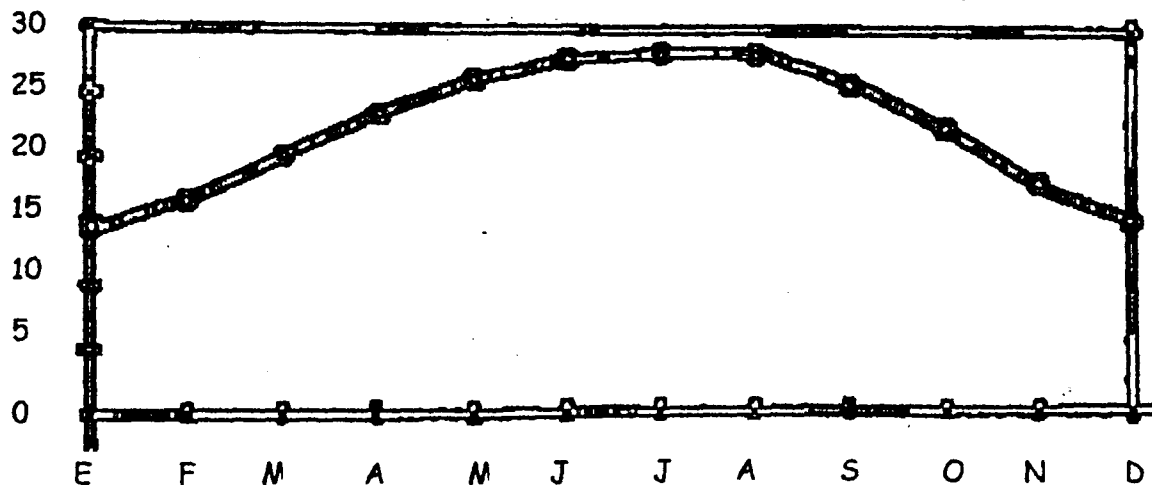
OBSERVATORIO. NUEVO LEON

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAX	35.0	39.4	42.0	44.2	45.8	44.9	42.7	40.9	38.4	37.7	37.0	35.5
MIN	26.3	29.6	30.2	33.7	35.4	34.0	35.6	36.5	32.5	30.0	28.6	22.5
MED	31.2	33.8	36.1	39.7	39.7	39.0	38.7	38.7	36.2	34.5	33.5	31.5

TABLA 5.6

**TEMPERATURA PROMEDIO
GRADOS CENTIGRADOS**

GRÁFICA 5.2



5.2.4. HUMEDAD RELATIVA

DATOS DE HUMEDAD RELATIVA (%)												
COMISIÓN: C.N.A.						OBSERVATORIO. NUEVO LEON						
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAX	67.0	64.0	62.0	61.0	67.0	67.0	64.0	65.0	71.0	71.0	71.0	72.0
MIN	84.0	75.0	75.0	79.0	86.0	77.0	71.0	75.0	77.0	85.0	85.0	87.0
MED	49.0	48.0	47.0	37.0	52.0	50.0	53.0	56.0	62.0	59.0	53.0	54.0

TABLA 5.7

5.2.5. EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL

DATOS DE EVAPORACIÓN MENSUAL EN mm												
COMISIÓN: C.N.A.						OBSERVATORIO. NUEVO LEON						
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAX	121.89	133.40	192.59	235.53	267.68	262.58	304.09	264.91	194.55	156.06	128.37	117.01
MIN	81.35	95.22	153.21	172.21	195.00	197.16	228.45	215.26	144.81	107.77	87.39	67.26
MED	35.28	59.75	112.97	114.43	131.55	103.30	148.26	161.03	101.93	67.44	66.04	37.71

TABLA 5.8

5.2.5. PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

DATOS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL EN mm												
COMISIÓN: C.N.A.						OBSERVATORIO. NUEVO LEON						
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAX	111.1	106.9	85.2	162.0	158.6	440.8	320.3	578.9	415.7	372.5	99.9	161.4
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.6	6.4	0.0	0.0	0.0
MED	18.6	16.0	17.7	31.5	49.6	65.2	45.1	87.0	157.5	72.9	22.3	18.6

TABLA 5.9

5.2.6. VIENTO

Los datos de los vientos de Monterrey varían de acuerdo a la zona específica por efectos de los principios del movimiento del aire, como se muestra en la fig 5.1. En Monterrey, por su variada topografía, cada sitio tiene microclimas específicos, y si bien las características principales de los vientos de cada zona, se pueden medir desde los centros de monitoreo, estos se alteran por efectos mecánicos al enfrentarse a las barreras topográficas y urbanas del sitio.



FIGURA 5.1

En las siguientes tablas se muestra la frecuencia mensual de los vientos en las diferentes direcciones, recolectada por dos centros de monitoreo del SIMA (Sistema Integral de Monitoreo Ambiental) en los años recientes que aquí se indican.

FRECUENCIA DE VIENTOS EN PORCENTAJES.												
BASE DE MONITOREO EN LA OBISPADO						FUENTE: SIMA AÑOS 93,95 Y 96						
ORIENTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
NORTE	3.2	7.1		3.3		3.3			3.3		6.7	12.9
NORESTE	48.3	42.9	22.6	16.7	25.8	10	3.3	6.5	23.4	41.9	36.7	25.8
ESTE	38.7	2.9	61.3	70	61.3	83.4	96.7	93.5	60	54.8	36.7	38.6
SURESTE	3.3	7.1	9.7	6.7	6.5	3.3			10	3.3	16.6	6.5
SUR		3.6										3.2
SUROESTE	3.3	3.6	3.2									
OESTE			3.2	3.3	3.2							6.5
NOROESTE	3.2	7.1			3.2				3.3		3.3	6.5

TABLA 5.10

FRECUENCIA DE VIENTOS EN PORCENTAJES,
 BASE DE MONITOREO EN LA PASTORA FUENTE: SIMA AÑOS 93-99

ORIENTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
NORTE	5.65	6.225	3.225	2.475	4.075	0.825	0	2.475	3.3	9.025	7.625	8.9
NORESTE	11.3	24.1	9.775	9.2	23.4	3.575	2.825	4.1	12.53	5.75	12.7	11.3
ESTE	53.18	42.88	67.53	80.83	70.13	94.78	96.35	90.2	72.5	65.73	38.85	40.25
SURESTE	8.875	7.15	7.35	3.325	0.8	0	0.825	0.825	7.525	8.975	12.73	10.48
SUR	6.475	0.9	3.25	0	0.8	0	0	1.6	0.825	2.425	1.65	8.875
SUROESTE	9.7	7.15	3.225	0	0.8	0	0	0	1.675	4.05	5	9.675
OESTE	2.425	6.225	4.05	2.5	0	0.825	0	0.8	3.325	0.8	5.1	5.65
NOROESTE	2.4	5.375	1.6	1.675	0	0	0	0	3.325	3.25	0.825	4.85

TABLA 5.11

DATOS DE VELOCIDAD DE VIENTOS PREDOMINANTES EN m/seg
 REF: SIMA OBSERVATORIO. OBISPADO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MED	E. 2.8	E. 2.7	E. 3.0	E. 2.7	E. 2.5	E. 2.4	E. 2.6	E. 2.5	E. 3.0	E. 1.8	E. 1.8	E. 1.8

TABLA 5.12

En los datos registrados por los diferentes centros de monitoreo, los vientos predominantes de las diferentes estaciones, provienen del este (NE,E,SE), dependiendo de su situación; en Monterrey, los vientos predominantes son del Este y Noreste, y en los meses de invierno, hay procedencia de vientos en diferentes direcciones.

De lo observado por los registros de los diferentes organismos gubernamentales, visitados, se observa, que de los años 1979 a 1988, la dirección de los vientos predominantes es el noreste, y en los años más recientes de 1993 a fecha actual, estos provienen del este. Por esto dependiendo de la fuente existen pequeñas variaciones en los datos que consideran representativos de los vientos.

En la siguiente tabla se muestran los datos recolectados en la CNA, que se basa principalmente en datos recolectados de años anteriores. Estos datos son tomados en promedio con los análisis de los años de 1979 a 1988, 1994 y 1995.

DATOS DE VIENTOS PREDOMINANTES Y VELOCIDAD EN m/seg
 COMISIÓN: C.N.A. OBSERVATORIO. NUEVO LEON

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MED	E.NE. 2.0	E.NE. 2.2	E.NE. 2.4	E.NE. 2.3	E.NE. 2.1	E.NE. 2.1	E.NE. 2.3	E.NE. 2.2	E.NE. 1.8	E.NE. 1.7	E.NE. 1.8	E.NE. 1.9

TABLA 5.13

5.3. TOPOGRAFÍA

Cerros colindantes con Monterrey:

Cerro del Topo

Latitud: 25° 47'

Longitud: 100° 21'

Altitud: 1120 MSNM

Sierra Las Mitras

Latitud: 25° 42'

Longitud: 100° 25'

Altitud: 2000 MSNM

Sierra Cerro de la Silla

Latitud: 25° 36'

Longitud: 100° 14'

Altitud: 1800 MSNM

Claridad de los días

DATOS DE CONDICIONES DEL CIELO EN DÍAS POR MES (Período de 29 años)

REF: INEGI.

OBSERVATORIO. NUEVO LEON

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DESPEJADOS	11.68	10.17	11.10	9.26	7.20	6.93	7.83	9.79	7.20	9.65	11.55	11.89
MEDIO NUBLADOS	9.37	7.96	11.03	11.26	13.43	15.13	16.73	14.62	11.55	11.17	9.00	8.79
NUBLADOS	9.93	10.10	8.86	9.46	10.36	7.93	6.43	6.58	11.24	10.17	9.44	10.31

TABLA 5.14

Todos estos datos, fueron proporcionados por diversos organismos gubernamentales, son datos representativos, pueden tener pequeñas variaciones, más no de gran relevancia.

6. CONFORT TÉRMICO

6.1. EL CONFORT EN LA VIVIENDA

El objetivo principal de la vivienda a lo largo de toda su historia, es la de un refugio para el hombre de las condiciones ambientales del lugar en que habita, y la de lograr con los elementos o materiales que tiene a su disposición, condiciones óptimas de confort.

La investigación y estrategias propuestas en este trabajo de tesis, deben fundamentarse, en la búsqueda de lograr el confort del individuo que va a habitar los espacios.

La investigación de los niveles de confort en la vivienda, es fascinante, debido a la gran cantidad de variables que en nuestra realidad se conjuntan. Cuando un espacio reúne ciertas condiciones y determinadas características que tienden a brindar satisfacción, entonces se esta hablando de un espacio confortable. (Raúl Caffarel).

El confort en un espacio es algo un poco difícil de determinar, debido a que esta en función de muchas variables, como las características propias de cada persona, la cultura, la sociedad en que se vive, aspectos psicológicos, y fisiológicos, etc.

El confort se relaciona, desde la geometría de los espacios, alturas, divisiones, aberturas al exterior, iluminación, ventilación, etc, así como los requerimientos de confort térmico de las personas. En este trabajo nos concentramos al estudio específico del confort térmico en la vivienda.

Como se comenta, es difícil establecer un parámetro determinista de confort, ya que depende de las necesidades de cada persona, habrá personas que tengan requerimientos térmicos más exigentes que otras, etc.

6.2. MÉTODOS PARA DETERMINAR EL CONFORT

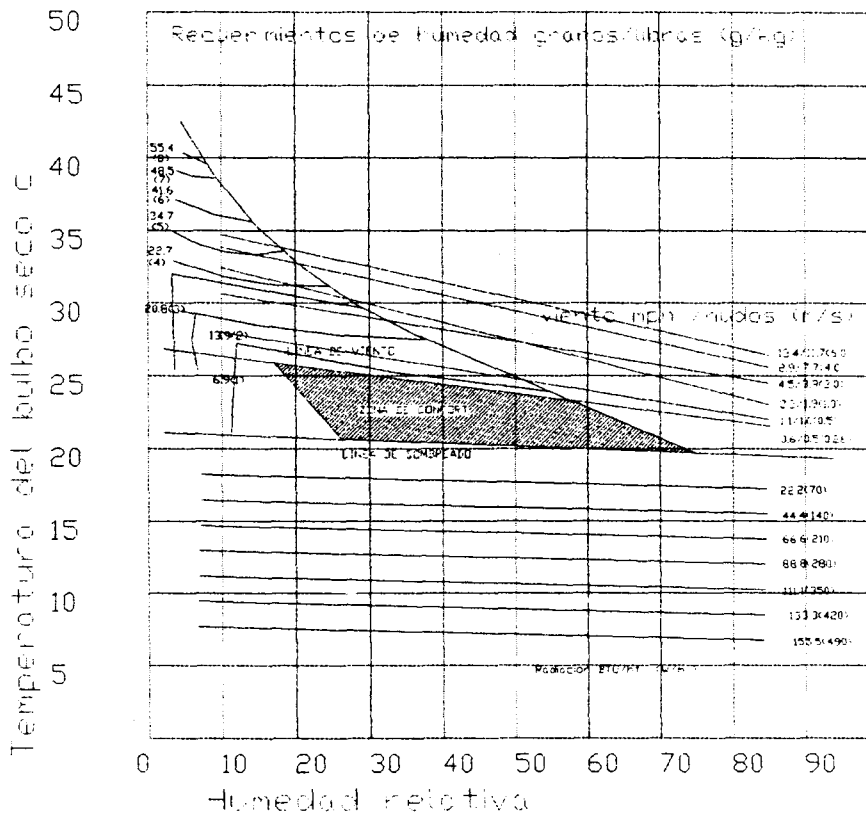
Ante la problemática de conocer los requerimientos de confort térmicos, varios son los que han intentado responder a esto de una forma práctica, entre ellos se encuentran: los hermanos Olgay, B. Givoni, Vogt y Miller- Chagas.(Jean-Louis Izard). El método más utilizado y más conocido por los arquitectos es el método Olgay.

MÉTODO OLGAY (EE.UU).

Los hermanos Olgay han sido cronológicamente los primeros en profundizar sobre la noción de confort térmico y en intentar establecer relaciones con los ambientes interiores del edificio.

De acuerdo a ellos, el confort térmico no puede estimarse a partir de un solo parámetro, la temperatura del aire, sino por el contrario deben intervenir varios factores tales como la humedad y la velocidad del aire.

En una representación más operacional para el arquitecto, los hermanos Olgay dan en torno a una zona de confort, las condiciones que hay que satisfacer para devolver al ambiente las condiciones de la zona de confort: velocidades del aire, potencias de radiaciones, gramos de vapor de agua por kilo de aire e incluso temperaturas medias de radiación en las paredes, por último un límite a partir del cual se hace deseable la ocultación del sol.



**CARTA
BIOCLIMÁTICA
(Olgay)**

Muestra la zona de confort, y las condiciones de vientos, radiación y vapor de agua para lograrlo en condiciones desfavorables.

FIGURA 6.1

De acuerdo a esta representación, por medio del trazo de la humedad relativa y la temperatura, se pueden determinar si las condiciones ambientales resultantes son confortables (dentro de la zona de confort) muy calientes (arriba de la zona de confort) o demasiado frías (debajo de la zona de confort).

**CARTA
BIOCLIMÁTICA.**

Muestra las estrategias arquitectónicas para lograr el confort térmico con uso de sistemas pasivos

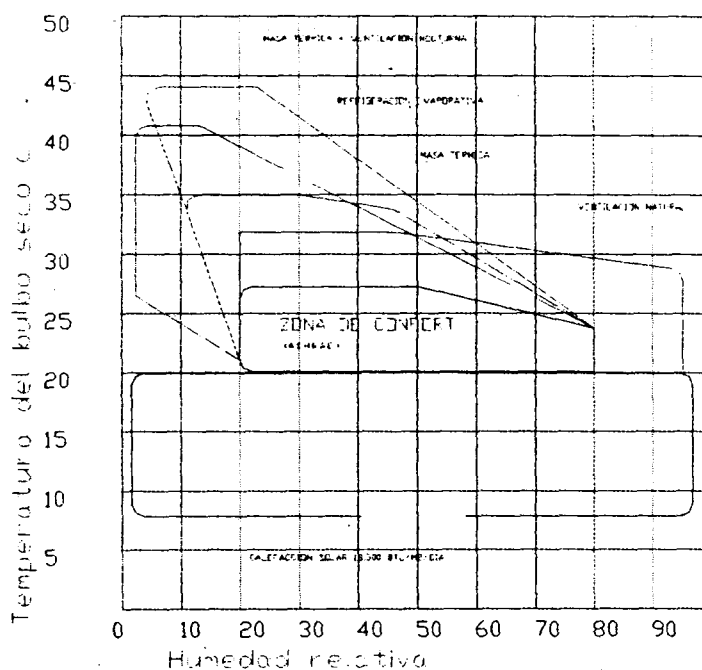


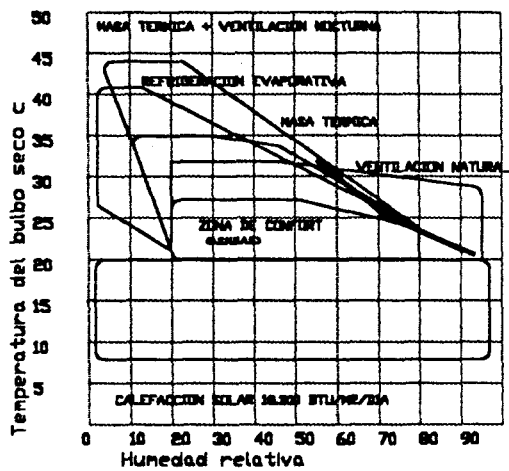
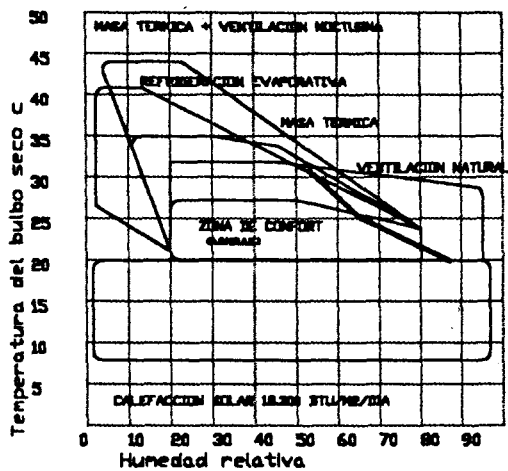
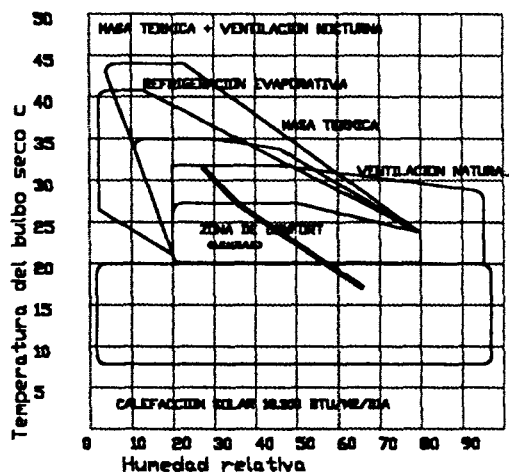
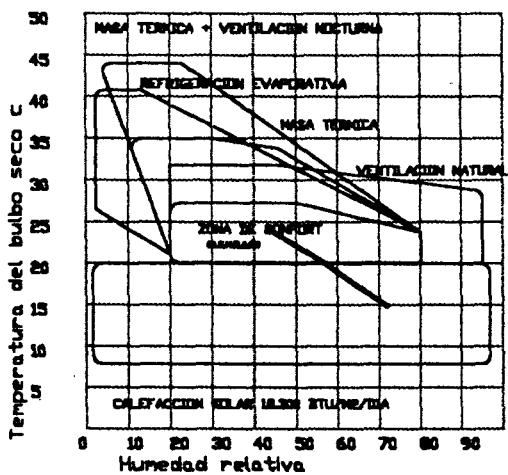
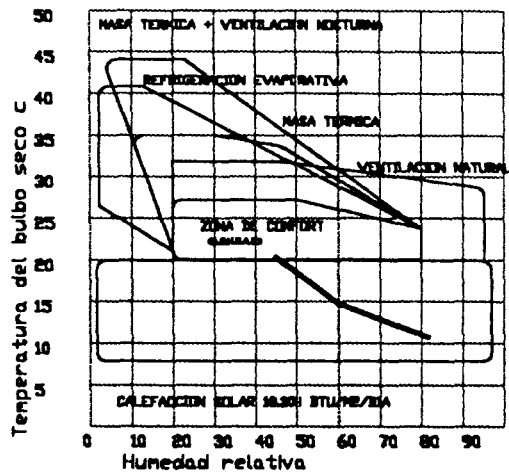
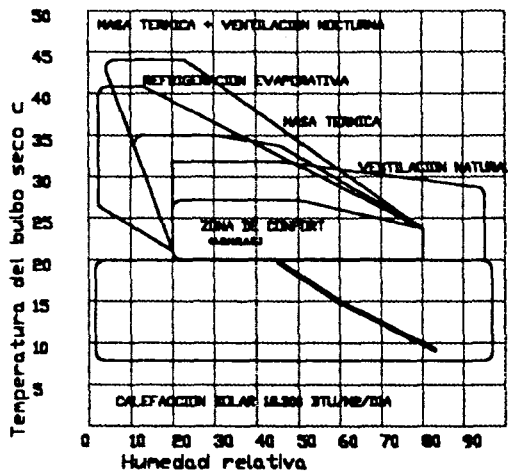
FIGURA 6.2

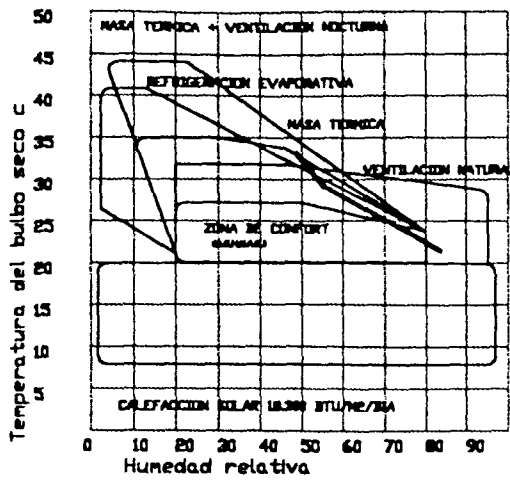
Es importante comprender que estos registros representan las condiciones del exterior, una construcción cambia su microclima interno por virtud de las características térmicas de los materiales, sus rangos de infiltraciones controladas, etc. Esto es cierto especialmente en los edificios grandes, los cuales generan una gran cantidad de calor interno y por esto son menos afectados por el clima como en las viviendas.(G.Z.Brown)

A continuación se muestran las cartas bioclimáticas para Monterrey en los diferentes meses, éstas nos muestran el tipo de sistemas pasivos que se deberán considerar en las diferentes estaciones, este análisis en conjunto con el adecuado uso de estrategias arquitectónicas, resultarán en diseños energéticamente eficientes:

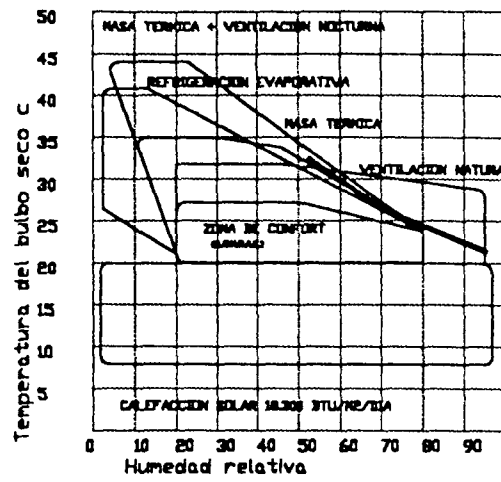
- ENERO.- Requiere calefacción solar todo el mes (permitir acceso de radiación solar)
- FEBRERO.- La mayor parte del mes requiere de calefacción solar
- MARZO.- Parte del mes requiere de calefacción solar y el resto se encuentra dentro de la zona de confort.
- ABRIL.- La mayor parte del mes se encuentra dentro de la zona de confort.
- MAYO.- Con algunos días agradables dentro de la zona de confort y el resto con requerimientos de ventilación natural
- JUNIO.- Requiere ventilación natural para poder lograr las condiciones de confort
- JULIO.- Necesidad de ventilación natural, y probablemente uso de estrategias como refrigeración evaporativa o masa térmica
- AGOSTO.- Ventilación natural aunado a otras estrategias
- SEPT.- Parte del mes cae dentro de la zona de confort y el resto requiere de ventilación natural
- OCT.- Se encuentra prácticamente dentro de la zona de confort
- NOV.- Requiere de acceso de radiación solar
- DIC.- Radiación solar.

Lo anterior nos da una perspectiva de las condiciones en que se encuentra la ciudad y en que solución nos vamos a enfocar.

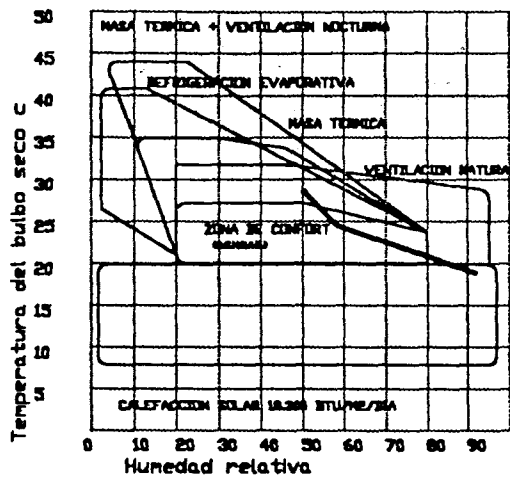




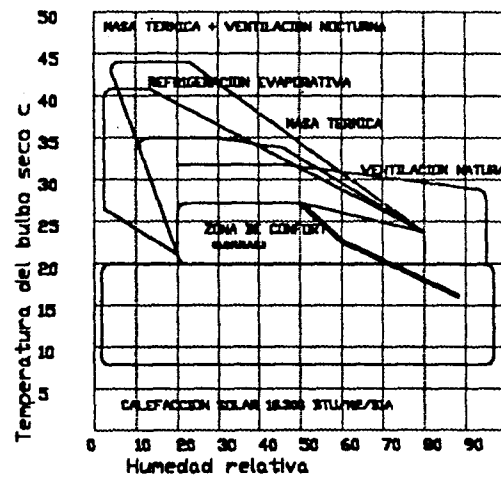
JULIO



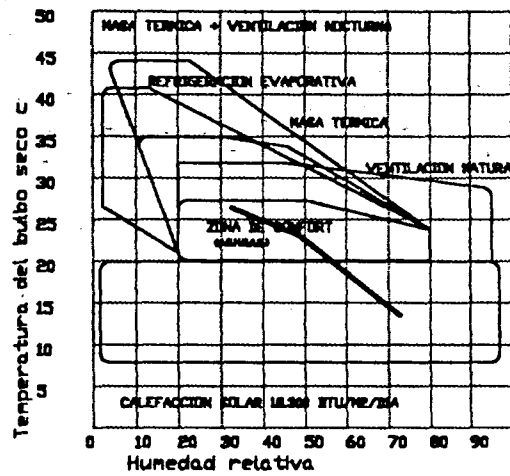
AGOSTO



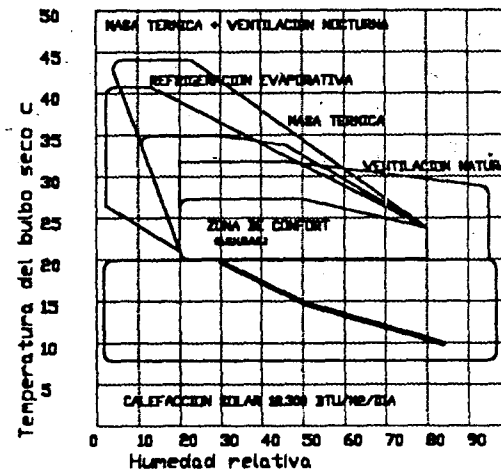
SEPTIEMBRE



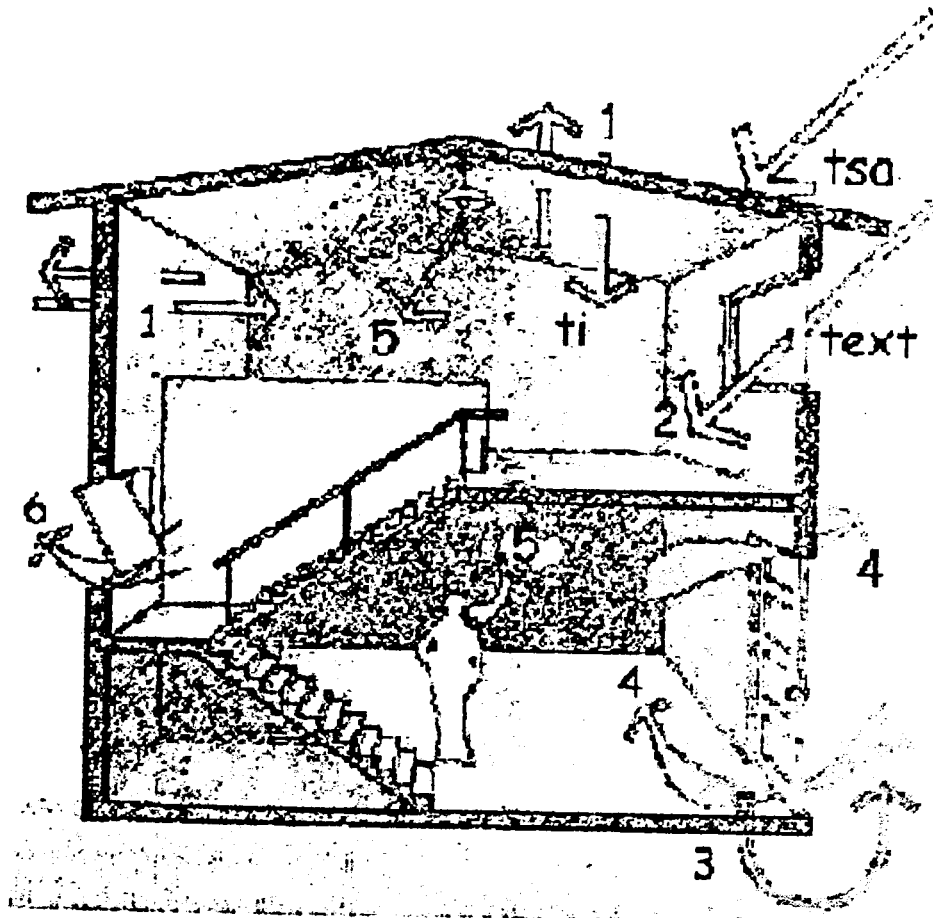
OCTUBRE



NOVIEMBRE



DICIEMBRE



CAPÍTULO 7. IMPACTO DEL CLIMA EN LOS EDIFICIOS.

7.1. INTRODUCCIÓN

El edificio y su entorno próximo actúan como un elemento intermedio entre el clima exterior y el ambiente interior. Un buen diseño bioclimático, pretende obtener únicamente con los elementos arquitectónicos del edificio, condiciones ambientales de confort o próximas a el.

La arquitectura bioclimática tiene como objetivo satisfacer las necesidades de iluminación y climatización de los edificios (captación solar en invierno y refrigeración natural en verano) haciendo servir soluciones adecuadas. Una de sus principales ventajas reside en el hecho que contribuye a cubrir estas necesidades con un consumo de energía muy reducida.

La manipulación de los elementos arquitectónicos de los edificios en el diseño bioclimático, se realiza con el objetivo del balance entre las necesidades de calefacción y refrigeración, economía y estética de la vivienda o cualquier otro edificio.

- El balance entre el funcionamiento de la calefacción y la refrigeración, se llevará a cabo si los elementos arquitectónicos están bien adaptados a las diferentes estaciones anuales, por ejemplo: las superficies acristaladas orientadas al sur, proporcionan calentamiento en invierno pero también ocasionan una excesiva carga de calor en verano, con lo que incrementan los costos energéticos por la refrigeración o bien la obligación de colocar persianas para disminuir la luz natural. Por esto hacer el balance entre el calentamiento y la refrigeración del edificio, implica reconocer la influencia anual de los elementos arquitectónicos y no permitir que alguna de las estaciones domine el concepto de diseño pasivo o tomar las decisiones que mejor actuación tengan desde el punto de vista energético (Salvador García).
- El equilibrio entre la conservación de energía y el diseño solar pasivo, se consigue con niveles económicos que justifiquen la conservación y el diseño solar. El diseño equilibra los beneficios económicos de aislamiento del edificio de las condiciones climatológicas exteriores para minimizar las cargas energéticas para el calentamiento y la refrigeración y los beneficios de la utilización selectiva de los recursos naturales climáticos para hacer frente a estas cargas energéticas (Salvador García).
- Los requerimientos estéticos de la integración del diseño pasivo en la edificación son los mismos que en la arquitectura general: conseguir un ambiente agradable en el interior y una apariencia exterior visual en armonía con las necesidades de los ocupantes y con el ambiente natural que lo envuelve (Salvador García, 1998).

Este capítulo, se divide en dos secciones con el objetivo de una mejor comprensión de la interacción edificio-ambiente.

La primera sección, da parámetros, estrategias y sugerencias importantes que debemos tomar en cuenta a la hora de diseñar un edificio bioclimático, estas estrategias no son exhaustivas, sino más bien representan un punto de partida, para visualizar soluciones a condiciones climáticas, o ejemplos de la forma en que la manipulación de ciertos elementos arquitectónicos, nos puede llevar a mejorar algunos aspectos ambientales en pro del confort interior de los edificios.

Nos da una perspectiva y criterios, ya sea para tomar estas estrategias o desarrollar soluciones propias, de acuerdo a cada proyecto específico.

Finalmente la segunda sección, se enfoca a la evaluación de la integración de las estrategias utilizadas en la vivienda. Propone una técnica, para el cálculo térmico del proyecto, la cual nos sirve como herramienta para poder comprobar la actuación del edificio en relación con su medio ambiente, y el cumplimiento con las condiciones necesarias de confort interior.

7.2. ESTRATEGIAS DE DISEÑO.

Es necesario definir los elementos arquitectónicos, las características que el diseñador manipula para crear el espacio y las formas en el momento que se crea el sistema pasivo. Conociendo estos elementos es posible tasar las implicaciones en los funcionamientos energéticos de su integración en el edificio(Salvador García, 1998).

Se han desarrollado con la experiencia, muchas estrategias en la manipulación de los espacios y elementos de los edificios, para mejorar las condiciones de confort, que se pueden adecuar a cada tipo de clima y ubicación geográfica.

En esta sección, como se comentó anteriormente, se enunciarán y analizarán varias, principalmente orientadas a la ciudad de Monterrey, sin que esto implique que no puedan desarrollarse o adecuarse a otros sitios.

Se consideró importante, clasificar estas estrategias de forma coherente al proceso de diseño, ya que nuestra principal preocupación, es desarrollar una cultura hacia un diseño bioclimático, es necesario poder relacionar el uso de estas estrategias dentro del mismo proceso para poder implementarlas en la fase de diseño más adecuada, y con el tiempo vuelvan a formar parte intrínseca de nuestro proceso natural de diseñar; por ejemplo, será difícil tratar de reconsiderar la orientación del edificio o la ubicación de los espacios en el proyecto, aplicando conceptos bioclimáticos, en el anteproyecto, porque

implicaría regresar otravez a los conceptos básicos del diseño esquemático, y convertiría en inútiles nuestros esfuerzos previos en esta fase de diseño.

Otro aspecto importante de visualizar el diseño bioclimático de una forma integral con el proceso de diseño, es el objetivo fundamental del desarrollo sostenible, "lograr el desarrollo sin comprometer los recursos para generaciones futuras", porque como se comentaba previamente en el capítulo uno, se tiene que resolver de una forma integral, logrando un balance entre las posibilidades económicas, los aspectos sociales (dentro de éste la estética) y ecológicos.

7.2.1. FASES DE LA ETAPA DE DISEÑO

Para poder realizar lo anterior, antes de mencionar las estrategias, deberemos de recordar las fases dentro del proceso de diseño.

PREDISEÑO

Establecimiento del Programa Arquitectónico de necesidades, requerimientos y limitaciones financieras y de tiempo que sentarán las bases del diseño(J. Lozano, 1995).

Esta fase, generalmente es desarrollada por el dueño, en ocasiones con ayuda del diseñador o bien con personal propio, y se puede considerar fuera de la etapa del diseño, y ubicarse en la planeación del proyecto por parte del cliente, junto con los estudios de factibilidad económica, previas a la contratación del diseño.

ANÁLISIS DEL SITIO.

Establecimiento de las limitaciones y requerimientos relacionados con el sitio del proyecto(J. Lozano, 1995).

Esta fase es la médula en el diseño bioclimático, de un buen análisis del sitio, depende la buena aplicación de criterios posteriores en el diseño; si no se tiene el sitio definido, es de suma importancia considerar aspectos bioclimáticos en la elección del sitio ideal para el proyecto.

DISEÑO PRELIMINAR, ESQUEMÁTICO O CONCEPTUAL.

"La gran idea", que describe el diseño arquitectónico general, su volumen, la escala, el área estimada y las relaciones de los componentes del edificio(J. Lozano, 1995).

Una vez realizado un buen análisis del sitio, en esta etapa se deciden los criterios más importantes en el proyecto del edificio, que definirán su comportamiento térmico general, son los que más influencia tienen en el desempeño energético de este edificio, se desarrollan aspectos como orientación, ubicación de espacios principales, forma del edificio, etc, en resumen constituye el grueso del proyecto.

ANTEPROYECTO.

Al aprobar el diseño preliminar, se integrarán los dibujos e información que describe el tamaño y carácter de todo el proyecto, incluyendo los sistemas arquitectónicos, conceptos estructurales, materiales y especificaciones; se afina el proyecto definiendo medidas de forma más exacta, detalles de construcción, se deciden acabados, sistemas constructivos, etc.

Desde el punto de vista bioclimático, es en esta etapa en donde se pueden tomar criterios específicos a los elementos del edificio (sin que esto implique que no se hayan tomado criterios previos a este respecto), por ejemplo, diseño de aleros, afinar el área de ventanas, aislamiento requerido, etc.

DOCUMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

El proyecto ya se definió, y solo se preparan los documentos finales para poder iniciar la etapa de construcción.

De las cinco fases de diseño, nos concentraremos en las tres que más nos interesan: Análisis del Sitio, Diseño Preliminar y Anteproyecto, ubicando las estrategias que se consideran más importantes a desarrollar en cada etapa, recordando que esta clasificación es un criterio para ayudarnos a tomar decisiones en el diseño, sin embargo con la experiencia podremos tomar muchos de estos criterios en diferentes etapas del diseño, considerando que entre más temprana sea esta etapa mejor. Además, estos criterios no son exhaustivos y nosotros mismos con el dominio de las necesidades del proyecto y las condiciones atmosféricas a las que nos encontramos podremos desarrollar estrategias propias.

7.2.2. ESTRATEGIAS DE DISEÑO.

Los elementos para un sistema primario pasivo, manipulados durante las diferentes fases de la etapa de diseño son los siguientes:

7.2.2.1. ANALISIS DEL SITIO

1. EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO.

El emplazamiento, la posición y orientación del edificio en el lugar de construcción, son elementos de diseño que tienen una influencia significativa en el funcionamiento energético del edificio y en el confort; Un acceso de la radiación solar y luz natural sin obstáculos, adyacencia con la superficie del agua, la exposición a los vientos de temporada, etc. son algunos de los factores que pueden influir en las características del uso de la energía en el edificio.

El emplazamiento del edificio no solo fija las condiciones climáticas generales a que se verá sometido, sino también a los factores microclimáticos que afectan, los cuales dependen de la relación del edificio con el entorno geográfico. (Salvador García, 1998)

1.1. ENTORNO TOPOGRÁFICO

A gran escala, la topografía, radiación solar y el viento, se combinan para producir microclimas que acentúen ciertas características del macroclima del área. Estos microclimas hacen a algunas localidades dentro de la topografía, más deseables que otras, dependiendo del macroclima (G. Z. Brown).

1.1.a. ALTITUD RELATIVA

La altitud relativa hace referencia a la altitud del terreno (situación en depresión o prominencia) donde se construirá el edificio en relación con la topografía general que le rodea. (Ver FIGURA 7.1)

TERRENOS ALTOS O PROMONTORIOS:

- Mejor aprovechamiento de iluminación natural.
- Radiación solar alta
- Mayor incidencia del viento

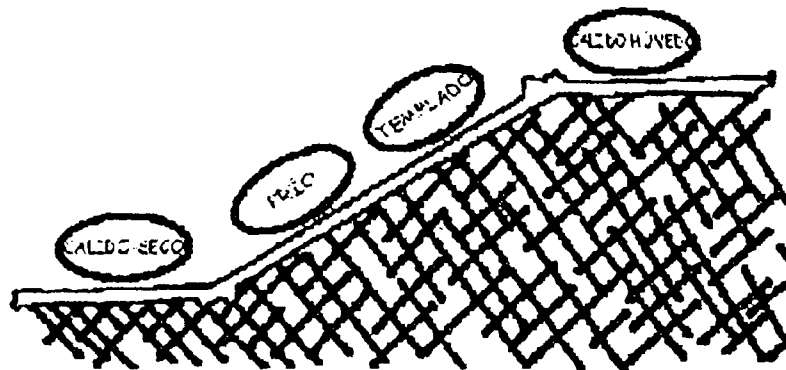


FIGURA 7.1

EN MONTERREY: Emplazamiento en valle.

El emplazamiento en el valle, se aconseja en climas cálidos y secos.
La humedad en el valle es elevada
Se expone al flujo del aire frío por la noche
El asoleamiento es inferior.

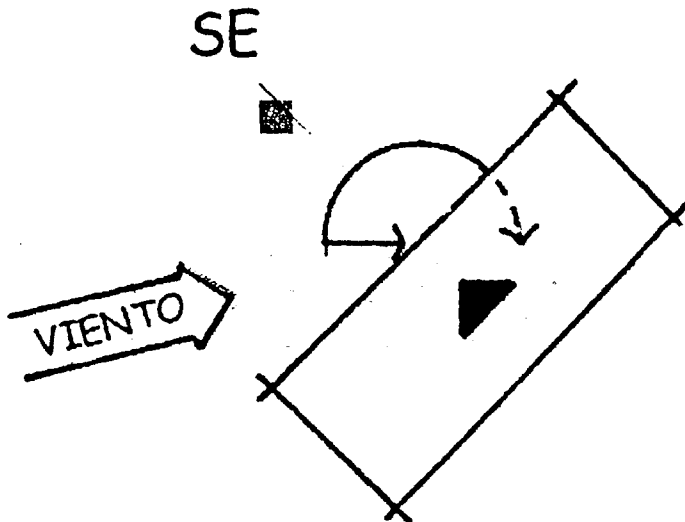


FIGURA 7.2

1.1.b. PENDIENTE DEL TERRENO Y SU ORIENTACIÓN

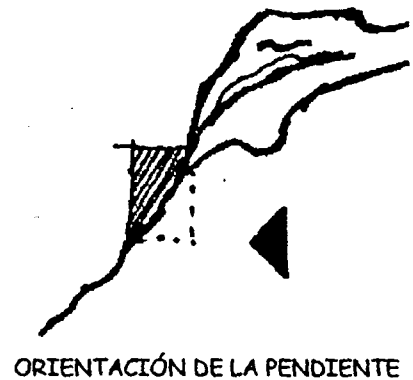
La pendiente del terreno y la orientación del edificio dentro de este terreno, tendrá repercusiones muy importantes en cuanto al ahorro energético. Será necesario considerar los diferentes factores en la fase del diseño del edificio, particularizando el diseño a cada zona y aplicación en concreto.

Orientadas al norte disminuyen el aprovechamiento de iluminación natural.



MONTERREY.

En climas cálidos secos se recomienda orientación sureste y evitar la orientación oeste. Para disminuir la exposición solar por la tarde, cuando la temperatura ambiente es más alta.



ORIENTACIÓN DE LA PENDIENTE

FIGURA 7.3

1.1.c. RELACIÓN CON LA EXISTENCIA DE VEGETACIÓN.

La vegetación contribuye al establecimiento de microclimas, tanto en medio natural como en medio urbano. Los efectos de la vegetación son numerosos. (Jean-Louis Izard)

Efecto de oxigenación.

Durante el día establece la función clorofílica, y el gas carbónico producido por las actividades urbanas es absorbido en parte y el oxígeno es expulsado de nuevo. Este efecto tiene un gran interés para un medio urbano, porque la escasa posibilidad de

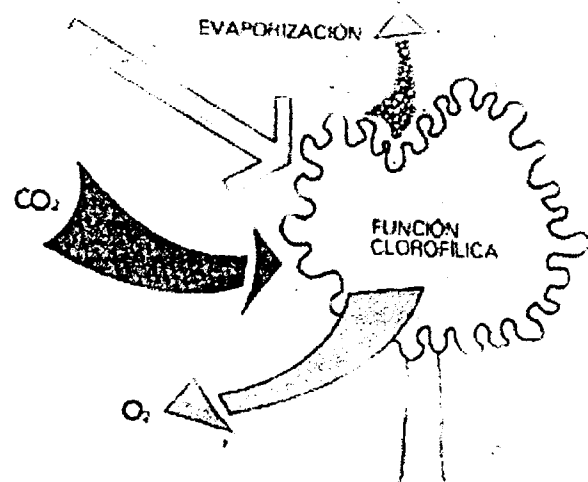


FIGURA 7.4

intercambios gaseosos por el suelo (muchas veces tratado por el asfalto) queda agravada por los hogares domésticos e industriales que enriquecen la atmósfera de CO₂.

Humedecimiento del aire

La vegetación emite vapor de agua por medio del follaje. La emisión de vapor de agua es debida a la evaporización de las lluvias y rocíos (es escasa en el medio urbano), y la transpiración fisiológica del vegetal. Una hectárea de bosque puede producir por evapotranspiración cerca de 5000 toneladas de agua por año. En medio urbano el consumo de calor latente por evaporización de este vapor de agua permite obtener un descenso de la temperatura ambiente (Jean-Louis Izard).

MONTERREY.

La vegetación es importante, proporciona sombra a los edificios.
En climas cálidos secos, es aconsejable situar el edificio en el interior de la zona de vegetación, que es más húmedo y proporciona menos variabilidad de la temperatura

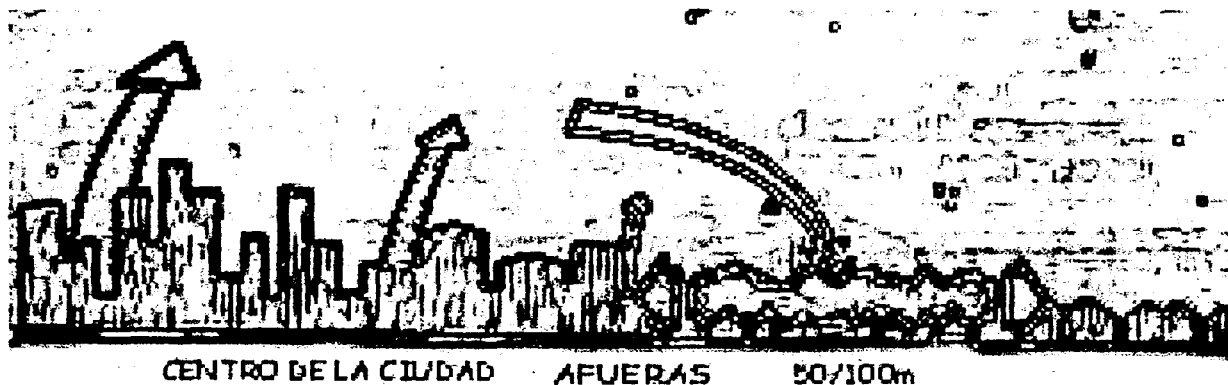


FIGURA 7.5

1.2. ASPECTOS DE FORMAS URBANAS

La forma urbana en la edificación puede ser de gran importancia en cuanto al diseño a adoptar para minimizar el impacto ambiental del edificio.

MONTERREY.

Densidad urbana grande.

- Climas más secos, temperaturas más altas, menos viento.
- Considerar efectos microclimáticos.

Las estructuras urbanas densas, con calles cerradas, ofrecen menos aprovechamiento de iluminación natural.

1.3. LOTIFICACIÓN

MONTERREY.

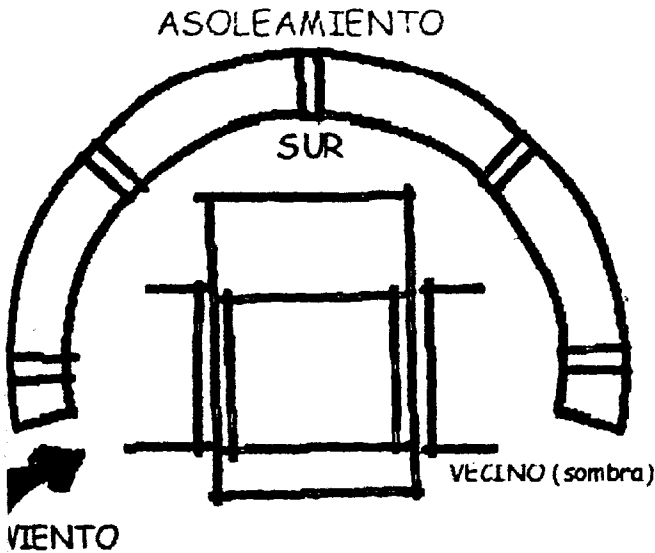
La dimensión y forma de cada lote debe permitir el alargamiento de la vivienda sobre el eje Oeste-Este o Noreste-Suroeste, y brindar un espacio libre al sur o sureste de esta.

Al alinear la vivienda sobre éste eje:

- Disminuyen las paredes oeste evitando la alta radiación que se recibe en verano en la tarde cuando la temperatura es más alta, y los ángulos de radiación solar se encuentran más perpendiculares a la superficie.
- Se protegen unas viviendas con otras de los rayos solares del oeste, provocando sombras entre sí.
- Permite el acceso de los rayos solares en invierno, cuando estos se encuentran altitudes bajas y más perpendiculares sobre la superficie.
- Permite el acceso de los vientos predominantes del ENE en verano.

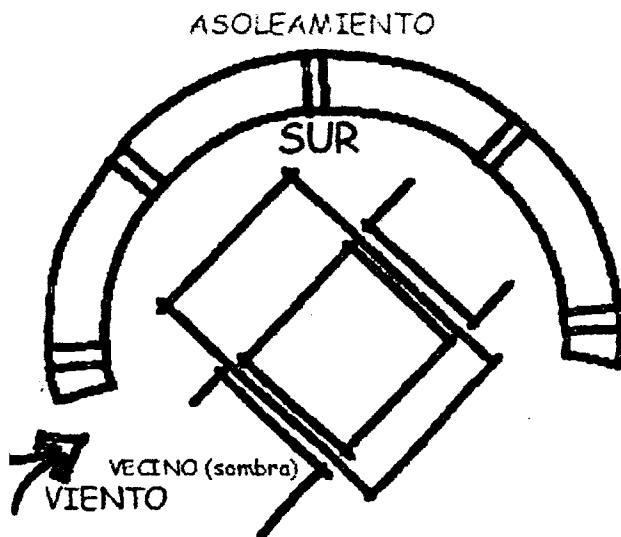
La lotificación debe garantizar el correcto desarrollo del proceso de adecuación climática del habitat (Ley Guing)

Se deben evitar áreas grandes orientadas al oeste, así como promover sombreado en esta orientación.
 Cuando el sol ha calentado la tierra y el ambiente durante la mitad de la mañana, la radiación solar comienza a penetrar sobre la fachada oeste.



MONTERREY
 La orientación del edificio E-O nos permite disminuir las áreas de la radiación solar no deseada. Sin embargo, nos limita el acceso de los vientos predominantes.

FIGURA 7.6



MONTERREY.
 La orientación NE y SO, tiene un buen comportamiento frente a la radiación solar, y nos permite un mayor acceso a los vientos predominantes.

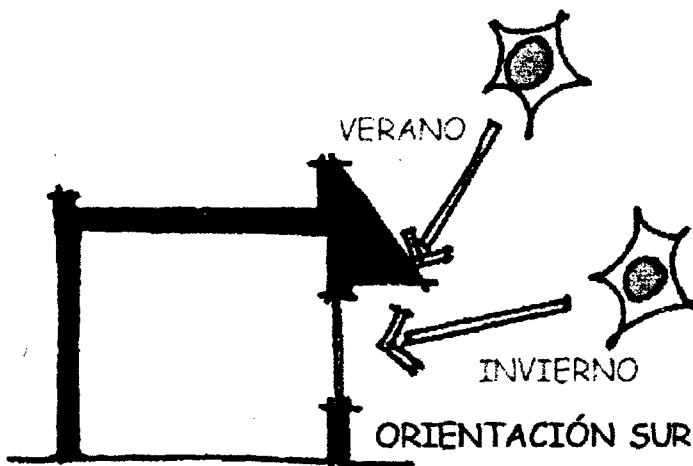
FIGURA 7.7

7.2.2.2. DISEÑO PRELIMINAR O ESQUEMÁTICO

1.4. ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO.

Mediante su orientación, el edificio debe tener la oportunidad de obtener ganancias caloríficas en invierno por medio de la incidencia directa de los rayos solares, así como la de que el edificio produzca sombras deseables en verano (Ley Guing).

Como se comentó anteriormente, para Monterrey la mejor orientación, es la alineación Este-Oeste o Noreste-Suroeste (Ver lotificación).



Hacer el estudio adecuado de asoleamiento, de tal manera que:

- Se promueva el sombreado en verano, y la obstrucción de la radiación solar
- Se permita el acceso de los rayos solares en los meses de invierno.

FIGURA 7.8

El edificio es considerado un captador de radiación solar, la posición y orientación de muros y techos determinan la cantidad de energía recibida, brindando la posibilidad de optimizarla en invierno y disminuirla en verano.

Recomendaciones de el grado de área en cada orientación, al momento de diseñar un edificio considerando el aprovechamiento de la radiación térmica del edificio.

MONTERREY

Prisma, mostrando las radiaciones recibidas en cada una de las orientaciones de superficies en edificios en Monterrey, en el mes de Enero (invierno) y Julio (Verano), que nos servirán de ayuda para tomar las consideraciones adecuadas en cuanto a las paredes, y el área de estas en cada orientación

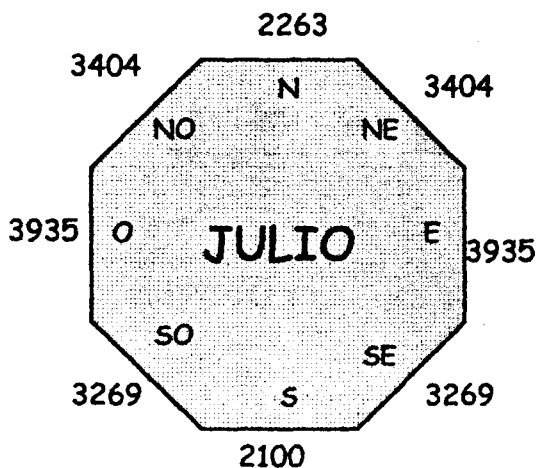


FIGURA 7.9

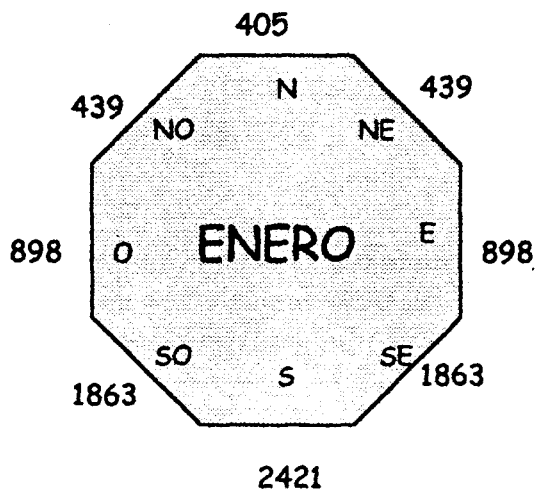


FIGURA 7.10

2. FORMA DEL EDIFICIO

La expresión de las dos o tres dimensiones del edificio pueden tener profundas influencias en el funcionamiento energético.

El factor de la forma del edificio, entendido como el cociente entre la superficie de la piel y el volumen, da una idea de su comportamiento térmico. La superficie exterior del edificio es el elemento a través del cual tienen lugar las pérdidas o ganancias de energía con el ambiente.

El volumen está relacionado con la masa del edificio o la superficie edificada y da la idea de la capacidad del edificio para almacenar calor. Por lo tanto la relación superficie/volumen es un buen indicador de las condiciones internas con relación a variaciones del ambiente exterior.

2.1. LA COMPACIDAD DEL EDIFICIO

La compacidad del edificio es la relación existente entre la superficie que envuelve al edificio y su volumen, a medida que el volumen aumenta, también lo hace la superficie exterior, pero en menor proporción, de manera que el factor de forma disminuye.

La pérdida de calor o ganancia a través de la envolvente por convección y conducción, es más grande para formas alargadas que para formas compactas del mismo volumen.

Esto nos lleva a la conclusión de que la mejor opción desde este punto de vista, para un menor impacto del medio ambiente de los edificios, es la realización de edificios muy compactos y con grandes volúmenes.

La compacidad del edificio, puede representar problemas de iluminación, para áreas centrales del edificio.

Los edificios con mayor compacidad, tienen un menor contacto con las condiciones climáticas exteriores, y por tanto menos posibilidades de captación solar.

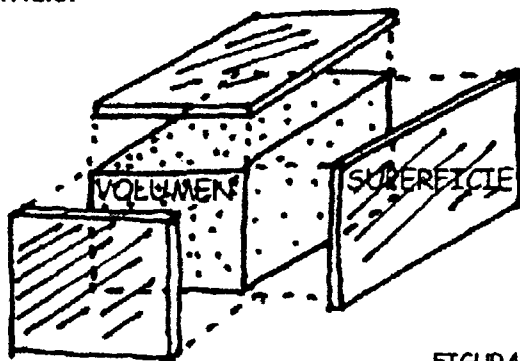


FIGURA 7.11

MONTERREY.

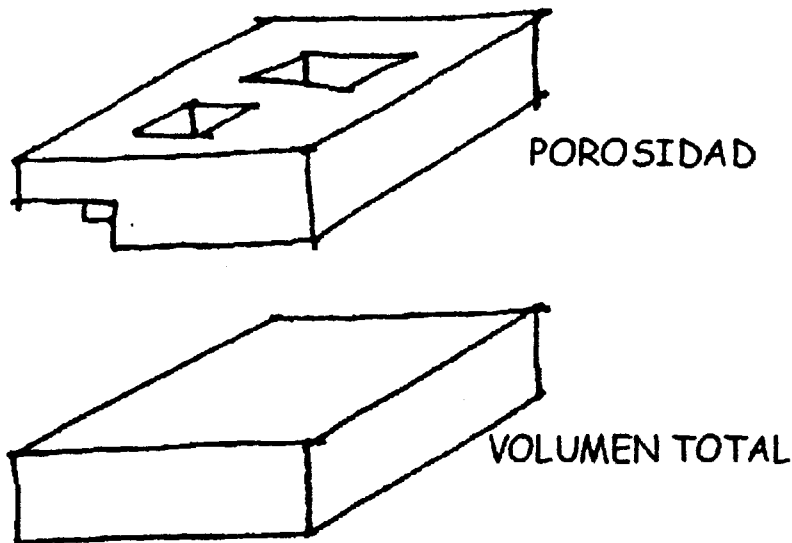
En Monterrey, dependiendo de las condiciones, se puede recomendar mayor compacidad.

En donde se necesiten menos pérdidas de energía.

Considerando que se tiene ventilación restringida.

2.2. LA POROSIDAD DEL EDIFICIO.

La porosidad, nos da una idea entre el volumen lleno y el volumen vacío del edificio, por ejemplo, la cantidad de patios existentes, en relación con su volumen total.



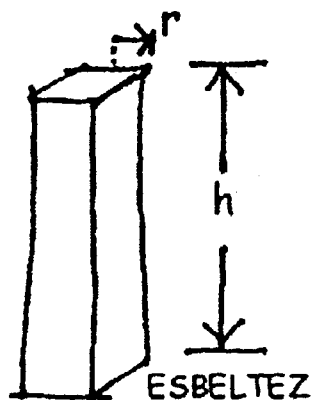
A mayor porosidad:
Mejor nivel de iluminación natural.
Mejor ventilación
Mayor superficie de contacto con el ambiente exterior.

FIGURA 7.12

2.3. LA ESBELTEZ DEL EDIFICIO

La esbeltez, es la relación que existe entre la altura total del edificio y el radio de la superficie media de la planta (Salvador García, 1998).

- La cantidad de luz que llega al interior de un cuarto iluminado desde un lado esta en función de su distancia a la ventana, la altura de la ventana sobre piso, la dimensión de la ventana y la reflectividad de las superficies del cuarto. A medida que uno se aleja de la pared con ventana, la proporción de luz natural exterior disponible disminuye.(G. Z. Brown)



A mayor esbeltez:

- Mayor posibilidades de iluminación natural.
- Mayor grado de exposición al medio ambiente: mayor radiación, más ventilación.

FIGURA 7.13

2.4. EL ASENTAMIENTO DEL EDIFICIO

Contacto existente entre el edificio y el terreno.

La naturaleza térmica de la tierra, permite que el subsuelo sea fresco en verano y caliente en invierno. En ambas épocas del año, la temperatura interior de la casa puede mejorarse a través del piso o elementos en contacto con la tierra (Ley Guing).

Menor iluminación
Aumento en la inercia térmica
Reducción de la captación de radiación solar
Menor ventilación
Mayor humedad

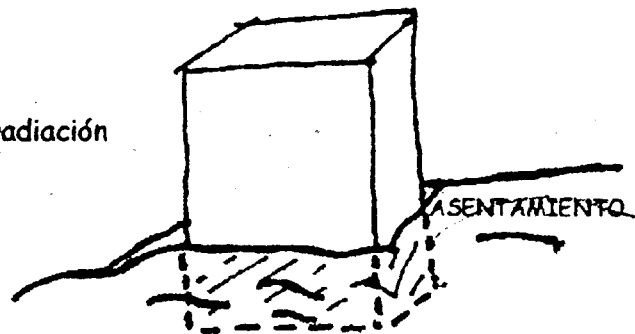


FIGURA 7.14

2.5. ADOSAMIENTO DEL EDIFICIO

Contacto existente entre la superficie del edificio y las superficies de los edificios que lo envuelven.

Se pueden provocar sombras entre edificios, o eliminar la exposición a la radiación oeste de la tarde.

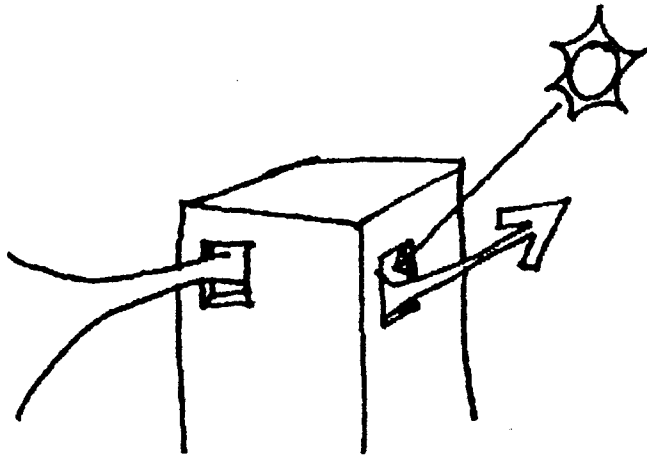


Menor iluminación natural
Menor captación solar
Menor ventilación natural

FIGURA 7.15

2.6. ABERTURAS DEL EDIFICIO HACIA EL EXTERIOR

Perforaciones en la piel que permiten el paso del aire.



Mejor nivel de iluminación natural
Mayor contacto con el ambiente exterior
Mejora la ventilación.

FIGURA 7.16

2.7. INCLINACIÓN DE TECHOS

En verano la parte del edificio que más castigo solar recibe es el techo (aproximadamente 40% del total de la casa (Ley Guing), siendo uno de los elementos que mas calor transmite al interior, por lo tanto un paso importante para disminuir el impacto de la radiación en este elemento, es el manejo adecuado de su inclinación y orientación.

El diseño adecuado en techos, depende de la situación particular del proyecto, de las áreas sombreadas, entre otros aspectos.

Área B es mayor a área A.

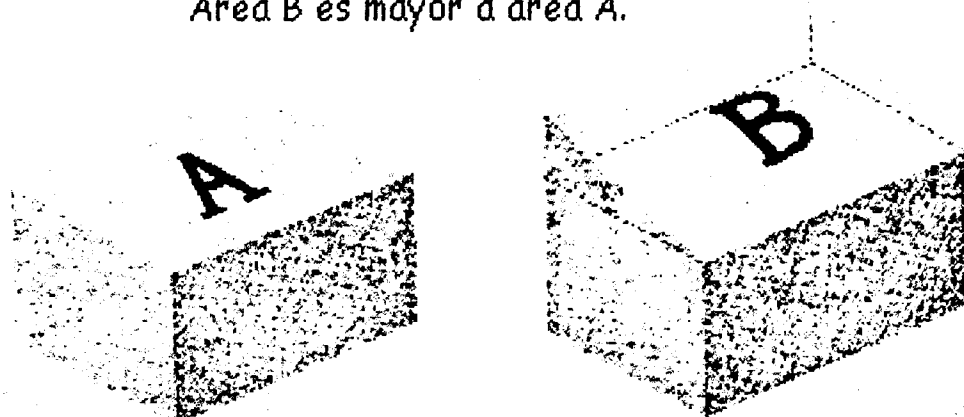


FIGURA 7.17

Al momento de decidir sobre el diseño de techos en Monterrey, se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Los techos planos reciben radiación durante la mayor parte del día, mas sin embargo los ángulos de inclinación con que la recibe, son relativamente bajos, exceptuando al mediodía, hora en que la posición del sol es casi perpendicular al plano, esto disminuye considerablemente la radiación absorbida por la superficie, recordando que la radiación disponible sobre un muro o techo depende del ángulo de incidencia con que éste llega a la superficie.
- Las inclinaciones en techos planos deberán tratar de realizarse hacia el noreste preferentemente, área en que se recibe por el horario la radiación menos dañina.
- Los techos de dos aguas, si bien dividen las áreas de radiación recibida en las diferentes horas, al ser inclinados, aumenta el factor de área de techo, y el ángulo de incidencia es más perpendicular a la superficie en verano en las superficies inclinadas al norte, noroeste y oeste por lo tanto no se recomiendan ángulos muy inclinados.
- Los techos de cuatro aguas, reciben las mismas recomendaciones que los de dos aguas, estos techos son recomendables siempre y cuando sus inclinaciones orientadas al norte, este y oeste no sean muy pronunciadas.

3. GESTIÓN DEL ESPACIO INTERIOR

El diseño del espacio interior influye en la zona térmica y la distribución del calor por parte de los sistemas pasivos

3.1. EL INTERIOR DEL EDIFICIO

Los diferentes espacios de un edificio, requieren en ocasiones condiciones ambientales en función de la ocupación a lo largo del día y de las actividades que se realizan. Este hecho comprueba que la distribución interna de un edificio, influye en la eficiencia energética del conjunto.

En la localización de espacios internos en una vivienda, habrá espacios mejor ubicados que otros de acuerdo a la posibilidad que tiene cada uno de aprovechar los asoleamientos y los vientos (Ley Guing).

El movimiento relativo del sol durante el día hace surgir naturalmente la "zona caliente" y "zona fría" relacionada con los espacios con o sin captación solar respectivamente. En

principio aquellos espacios del edificio que necesitan mayor aportación térmica, o viceversa, se habrán de situar donde puedan beneficiarse con las condiciones exteriores de radiación solar, además el lugar óptimo, también depende del periodo de utilización.

a) Tipología del espacio y su orientación

Para cada tipo de edificio, será necesario realizar una discusión de los espacios posibles. Los espacios se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Espacios principales

Aquellos en los cuales se requieren unas condiciones ambientales de confort más estrictas. Son aquellos espacios destinados a un tipo de uso que exige una permanencia continua de personas en su interior

2. Espacios secundarios

Permiten una cierta flexibilidad en las condiciones ambientales. Se trata de espacios de uso continuo, tanto a lo largo del tiempo como del espacio, ejemplos de estos espacios pueden ser: espacios de circulación, zonas de almacenamiento, etc.

3. Espacios independientes

Los espacios independientes, son aquellos que tienen unas características ambientales propias. No suelen estar integrados ambientalmente con el resto de los espacios.

La orientación de los espacios se realiza de acuerdo a las necesidades lumínicas y climáticas de cada espacio.

- Aquellos espacios que requieran mayor confort o tengan un mayor grado de ocupación, ubicarlos al sur y este
- Los espacios de mediano confort localizarlos al norte y este
- Los espacios generadores de calor ubicarlos al norte y este
- Los espacios que requieren poco confort y tengan muy poca ocupación, ubicarlos al oeste
- Los cuartos que requieren mayor nivel de iluminación, se deben ubicar cerca de las ventanas
- Las actividades en las que se realicen tareas en que no se necesite mucha iluminación, situarlas al centro o en las áreas oscuras

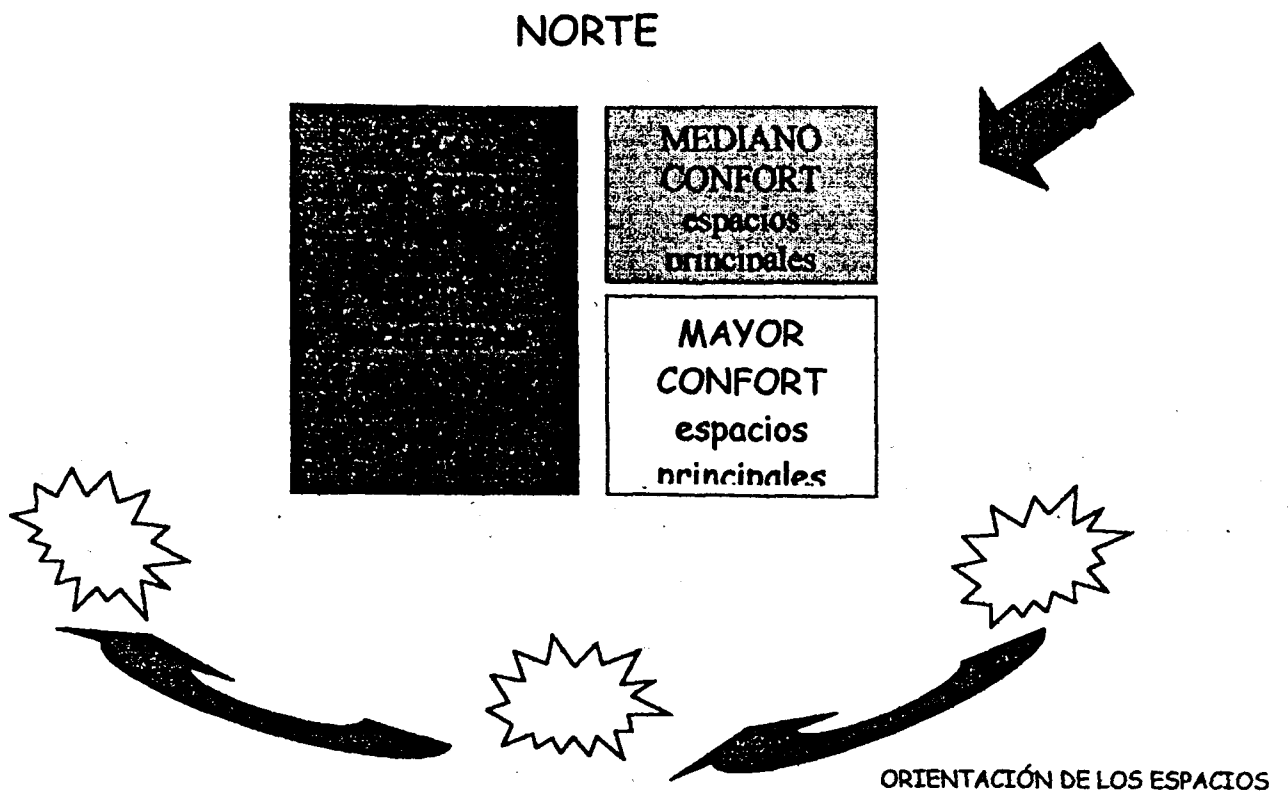
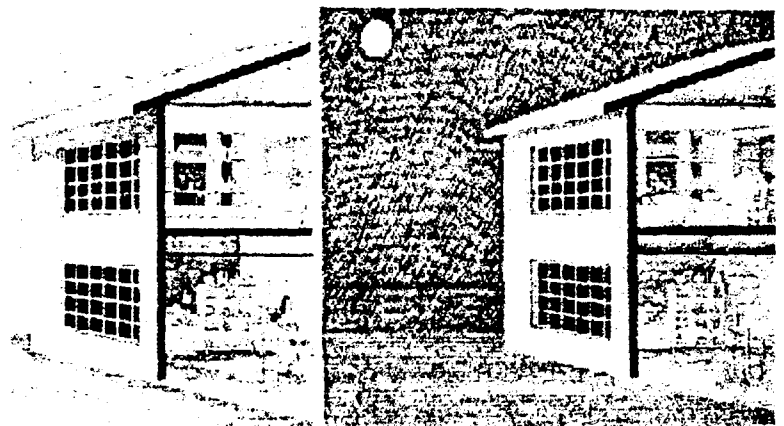


FIGURA 7.18

Orientación de los espacios.

Es importante también dividir los espacios internos en dos áreas según su uso:

- Ocupación diurna
- Ocupación nocturna



OCUPACIÓN DIURNA OCUPACIÓN NOCTURNA

FIGURA 7.19

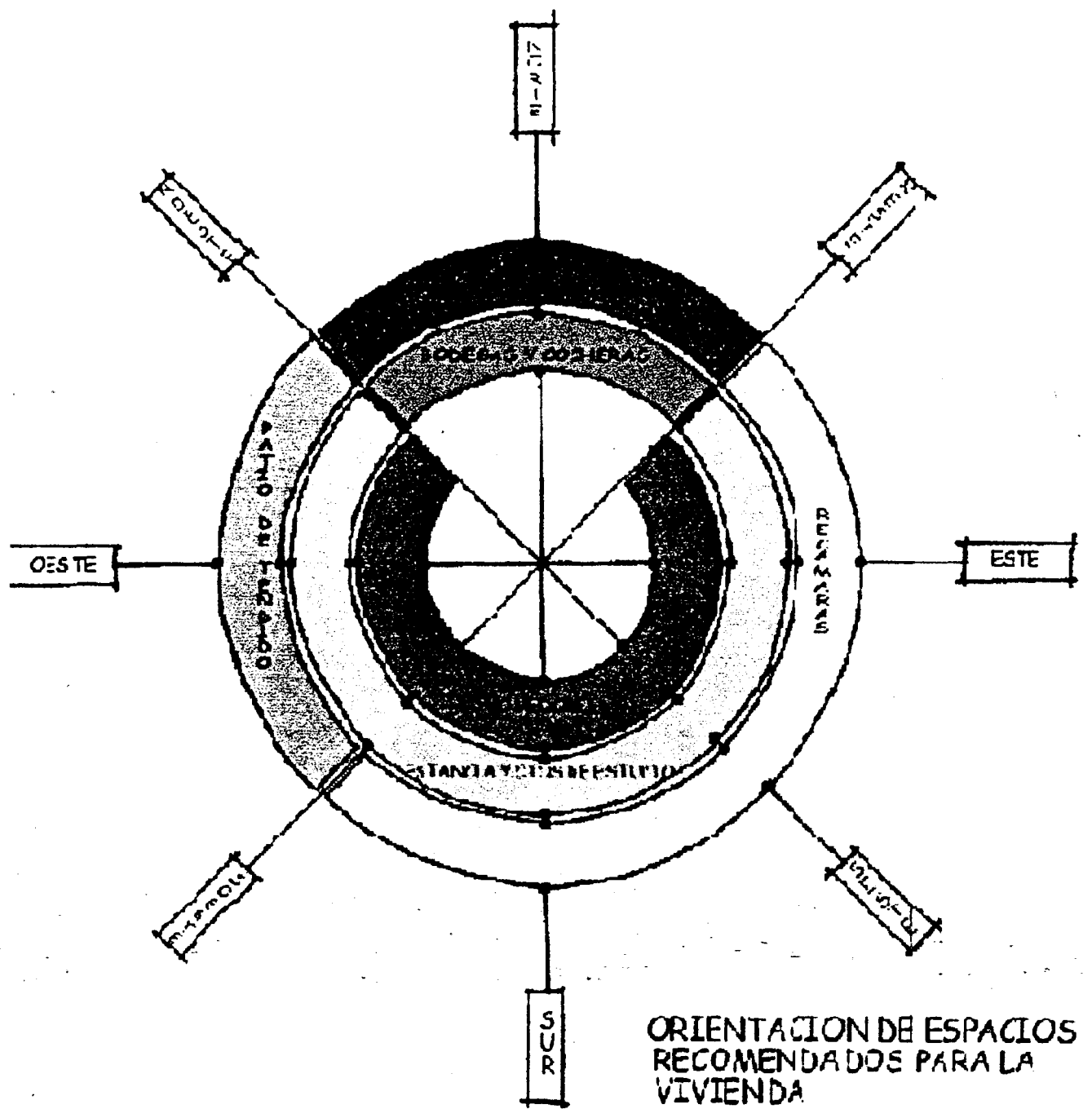
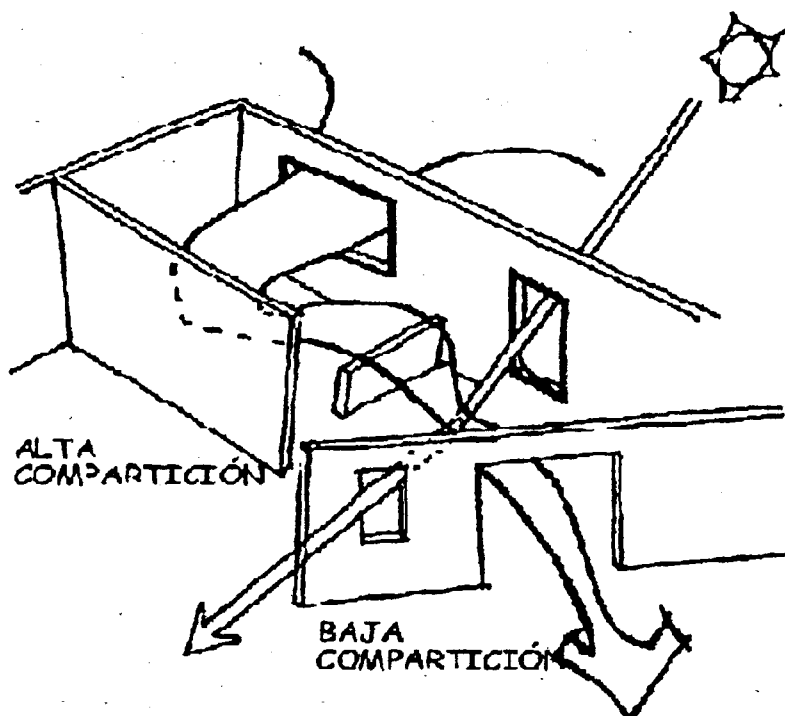


FIGURA 7.20

Algunos espacios en el programa arquitectónico tienen requerimientos menos rígidos de temperatura a causa de la naturaleza de su ocupación; como guardado, o la duración de su ocupación; como circulación. Estos espacios se pueden usar como "zonas de amortiguamiento térmico" entre espacios que necesitan un control cuidadoso de la temperatura y medio ambiente exterior.

3.3. COMPARTICIÓN DEL INTERIOR

La compartimentación del interior de un edificio es importante en cuanto a las necesidades de iluminación y ventilación de los diferentes compartimientos.



Una baja compartición permite:

- Iluminar mejor las zonas interiores con luz natural.
- Favorecen la ventilación en espacios interiores.

FIGURA 7.21

3.4. CONEXIÓN DEL INTERIOR

En la conexión de los diferentes espacios interiores cabe hacer la distinción entre las conexiones verticales y horizontales.

La transmisión de energía entre espacios situados en un plano horizontal se produce principalmente por convección y transmisión. Se puede favorecer la convección con aberturas en los elementos de separación.

En el caso de la conexión vertical, la transmisión de energía, se produce por convección natural en sentido ascendente.

- En climas cálidos, será necesario que los espacios donde se produce calor sean emplazados de manera que el contacto con el exterior sea el más directo posible. (Ventilación cruzada)

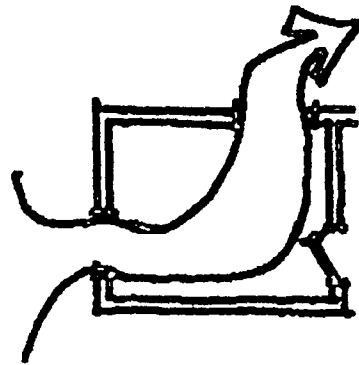


FIGURA 7.22

- Las losas altas, cuando existen aberturas altas en muros, pueden ayudar a provocar efectos de estratificación del aire, sustituyendo el aire caliente por aire más fresco. (Efecto chimenea)

- Las habitaciones se pueden distribuir de cierta forma que se aproveche la ventilación cruzada y el efecto chimenea.

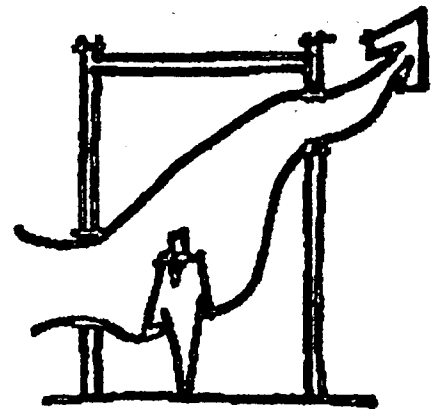


FIGURA 7.23

3.5. TEXTURA DE LAS SUPERFICIES

La textura de las superficies, es importante en la reflexión natural de la luz.

Las superficies muy rugosas, comportan reflexión difusa

Las superficies lisas comportan reflexión muy espectacular

3.6. GEOMETRÍA DEL ESPACIO INTERIOR

La forma del espacio interior repercute principalmente en la forma en que se distribuirá la iluminación natural, y la ventilación.

- En espacios de gran superficie, con poca altura queda una zona central oscura

- En espacios grandes la estratificación del aire, puede repercutir en la uniformidad de las condiciones.
- En espacios alargados o irregulares con acceso de luz en el extremo tienen una distribución poco homogénea de ésta.
- La penetración de la luz por un plano vertical, es inoperante a partir de dos veces la altura del plano de penetración
- Un espacio alto, favorecerá la estratificación térmica, favorable en climas cálidos

4. LA LOCALIZACIÓN Y EL TIPO DE SUPERFICIES ACRISTALADAS

Las áreas, la localización y el tipo de ventanas, son variables principales relacionadas con las vistas, luz natural y ganancia solar.

a) Transparencia del edificio

La transparencia del edificio equivale a la disposición de superficies acristaladas o de vidrios, que orientados correctamente se traducen en ahorros de energía.

Las ventanas constituyen uno de los elementos que ocasionan un mayor impacto en los costos de operación del edificio.

Es por este motivo que se han llevado a cabo verdaderos avances en cuanto a la composición de los materiales utilizados. Los acristalamientos aportan edificios esenciales a los edificios, como pueden ser ventilaciones, los paisajes, y una conexión psicológica (y a veces también física con el exterior). Las ventanas son elementos arquitectónicos que establecen el estilo del edificio.

MONTERREY.

- De una orientación adecuada de las ventanas depende que haya una buena iluminación natural y se evite el deslumbramiento.
- Con un buen estudio de asoleamiento, se pueden aprovechar las vistas, ventilación y otras ventajas en verano, utilizando adecuadamente dispositivos de sombra como: toldos, persianas graduables, pantallas, etc. Además de permitir el acceso de radiación solar en invierno, para calentamiento.

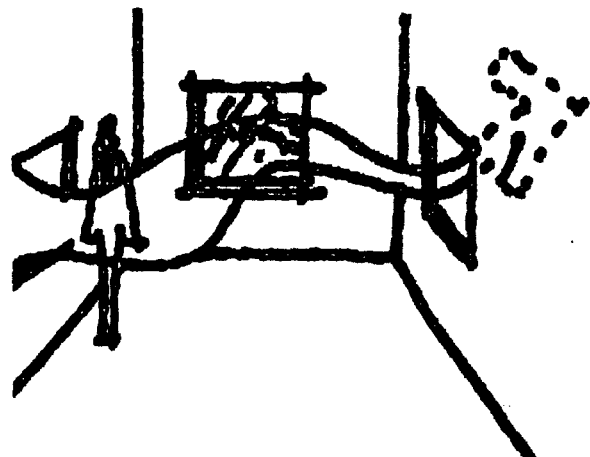
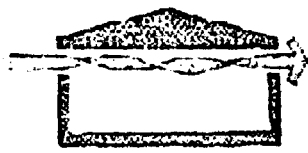


FIGURA 7.24

Los factores que determinan la orientación y dimensionamiento de las ventanas es el siguiente:

- Proporcionamiento de vistas
- Requerimiento de alto grado de iluminación natural
- Necesidad de adaptación climática
- Admisión y control de la cantidad de radiación solar que un espacio necesita
- La radiación que pasa através de ella puede llegar a determinar la temperatura promedio del espacio inmediato
- Necesidad de ventilación natural



Abertura alta

Los vanos de ventilación se pueden disponer para desplazar el aire al nivel de los ocupantes para incrementar la capacidad de enfriamiento. (G. Z. Brown)



Abertura baja

La ubicación de las ventanas, promueve también el grado de ventilación en un edificio. Además de remover el aire caliente de un espacio, la ventilación también puede influir en el enfriamiento, si el aire se mueve lo suficientemente rápido para aumentar la cantidad de evaporación de la piel de los ocupantes.



Abertura alta y baja

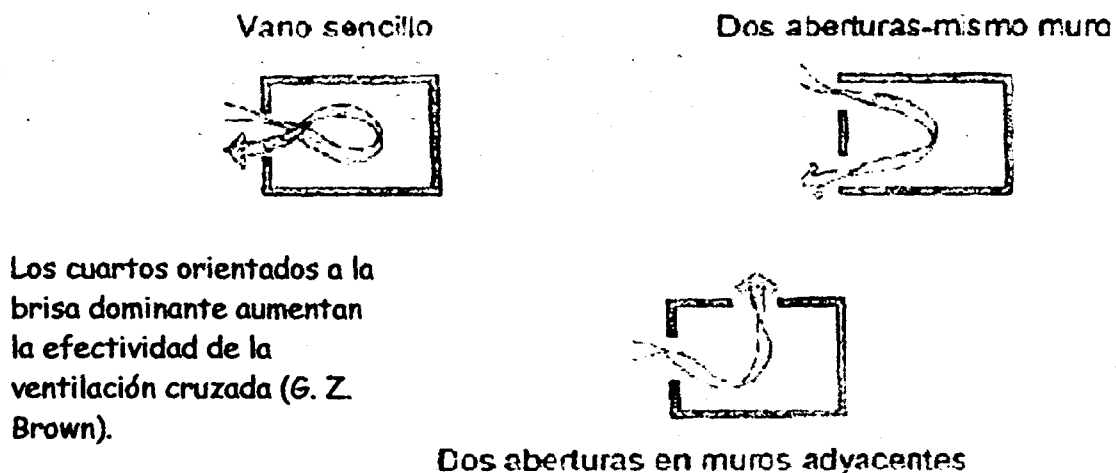
FIGURA 7.25

La cantidad de ventanas y su ubicación, al depender de los factores previamente descritos, es necesario evaluarlas en cada proyecto, conforme a los parámetros de radiación (menor radiación en verano, y aprovechamiento en invierno), ventilación natural aunada a los microclimas de el terreno específico (promover la ventilación cruzada, estratificación, efecto chimenea, etc) así como a las necesidades de confort relativas a cada espacio específico (vistas, iluminación, ruido, etc) (Ver capítulo 4 de vivienda).

5. VENTILACIÓN

Se requiere ventilación tanto en épocas estivales como en el invierno para mantener las condiciones aceptables de confort térmico y la calidad del aire interior. El potencial para una ventilación natural es un aspecto muy importante para el diseño pasivo solar. La ventilación forzada se requiere especialmente para edificios comerciales, pero también para edificios residenciales con niveles muy bajos de ventilación natural.

Aprovechar adecuadamente los vientos naturales de la región, y/o los cambios de aire producidos por la diferencia de temperatura entre el interior y exterior, permite crear un efecto positivo para el interior de la casa



La proporción en la cual el aire fluye a través de un cuarto, llevando calor con éste, esta en función de las áreas de entrada y salida, la velocidad del viento, la dirección del viento relacionado con las aberturas y las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior del edificio.

A medida que el aire fluye alrededor de una edificación, se crean zonas de alta presión sobre las zonas de barlovento y zonas de baja presión en las áreas de sotavento en la edificación. La ventilación cruzada más efectiva se da cuando las entradas de aire se localizan en las zonas de alta presión y las salidas en las zonas de baja presión.

- La cantidad del flujo de aire depende de la diferencia de presión entre entrada y salida(G. Z. Brown).
- La cantidad máxima de ventilación ocurre cuando el área de las salidas y entradas es grande y el viento es perpendicular a las aberturas de las ventanas.

- La ventilación efectiva puede ser lograda cuando el viento no incida desde una dirección perpendicular a la ventana.
- Las variaciones en la orientación por arriba de 30 grados perpendiculares a los vientos dominantes no reducen significativamente la ventilación.(G. Z. Brown)

Cuando los vanos no pueden ser orientados a la brisa dominante, se pueden crear microclimas, ver las siguientes figuras.

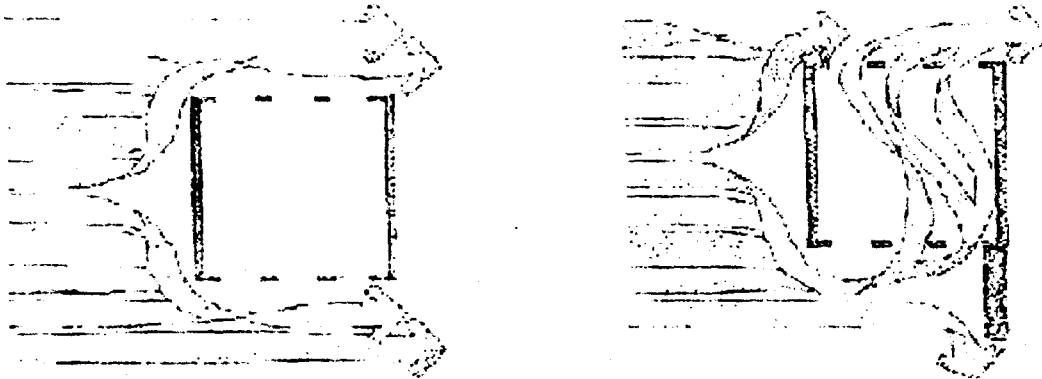


FIGURA 7.27

5.1. EFECTO CHIMENEA.

En una habitación enfriada por el efecto chimenea, el aire caliente se eleva y sale por las aberturas de la parte superior del cuarto y es reemplazado por aire más frío que entra por la parte baja del cuarto, la cantidad de aire que se mueve a través de la habitación acarreado calor con él está en función de la distancia vertical entre las entradas y salidas, sus dimensiones y la diferencia de temperatura entre el exterior y promedio del interior sobre la altura del cuarto

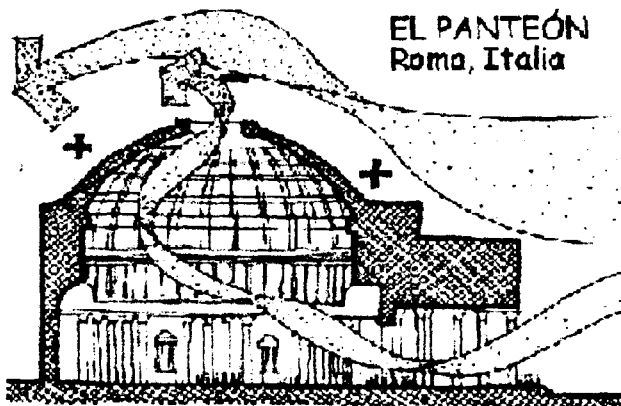


FIGURA 7.28

Los cuartos altos con aberturas altas y bajas incrementan la cantidad de ventilación por el efecto chimenea(G. Z. Brown).

7.2.2.3. ANTEPROYECTO

6. LA CORRECCIÓN DEL ENTORNO

La actuación de los elementos que envuelven un edificio pueden ser factores del microclima generado en el área en que se encuentre el edificio y por tanto muy importante para determinar la situación energética del edificio y los impactos medio ambientales que ocasionará en un futuro.

6.1. LA SUPRESIÓN O ADICIÓN DE PANTALLAS

Las pantallas constituyen unos elementos opacos, que pueden ser paredes, tanques, tierras u otros edificios que pueden actuar como una barrera a las acciones energéticas si se colocan con una orientación determinada.

La creación de pantallas puede alterar la luz reflejada

Impedir o disminuir el acceso a los rayos solares que atraviesan una ventana, arroja una disminución del 50% al 80% de la energía que usualmente se gana a través de ella. (Ley Guing).

Las pantallas pueden obstruir los rayos solares directos, así como los vientos.



FIGURA 7.29

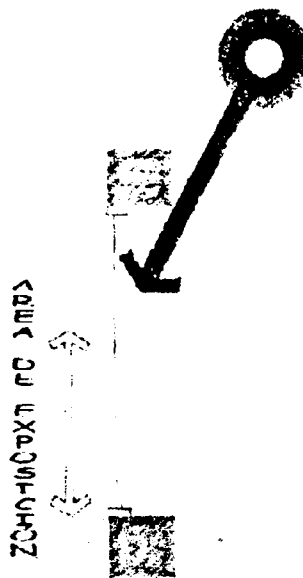
El flujo de calor a través de una ventana es mayor entre más tiempo permanezca expuesta a los rayos solares, para evitar esta exposición, se pueden tomar varias medidas(Ley Guing):

1. Instalar las ventanas lo más próximo al paño interior aprovechando el espesor del muro
2. Emplear doble vidrio
3. Instalar o adaptar voladizos en ventanas al sur
4. Emplear partesoles en ventanas al norte, sur, este y oeste

5. Emplear toldos en ventanas

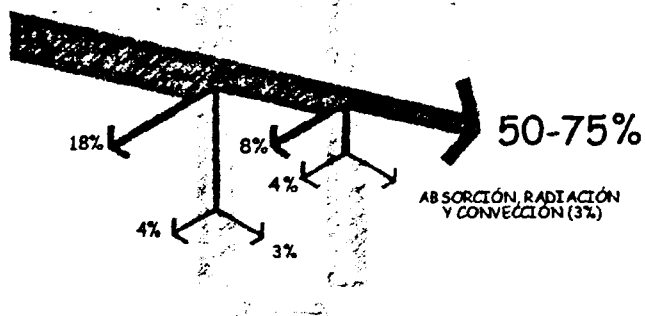
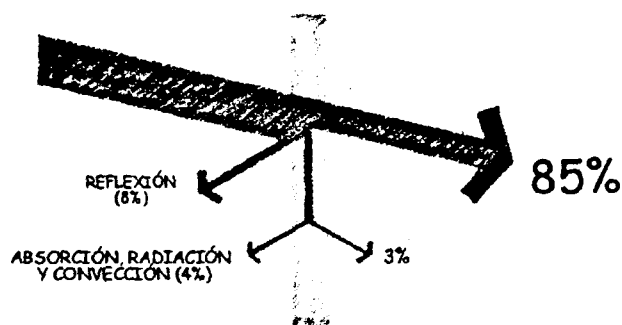
ESPESOR DEL MURO

Aprovecha el espesor mismo del muro, instalando el vidrio lo más próximo al paño interior. Reduce el número de ondas solares que atraviesan el vidrio.



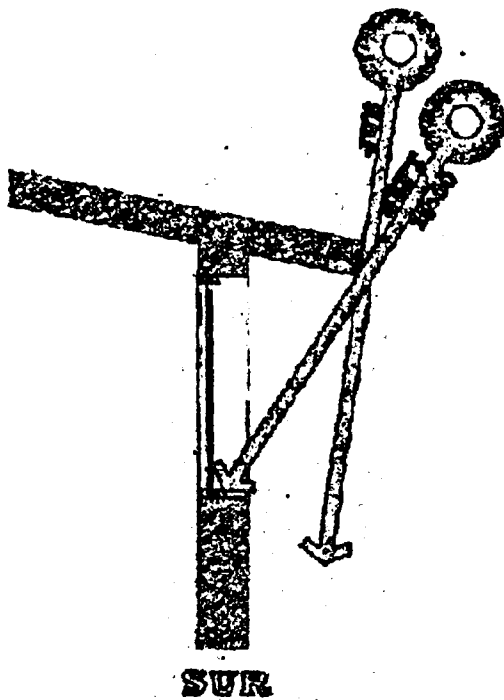
DOBLE

FIGURA 7.30



EMPLEO DE DOBLE VIDRIO
 Al acristalamiento doble, funciona en parte, porque deja retenida una capa de aire estancado junto a la ventana, siendo esta capa de aire la que da el aislamiento. (Edward Mazria).

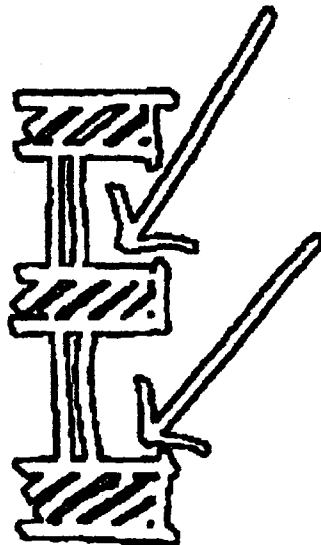
FIGURA 7.31



VOLADIZOS Y TOLDOS

Para sombrear ventanas en verano orientadas al sur.

FIGURA 7.32



PARTESOLES

Elementos constructivos adosados a las ventanas para obtener protección solar, pueden ser verticales u horizontales.

Su propuesta depende de un adecuado estudio de asoleamiento en las ventanas.

Se recomiendan los partesoles verticales para las orientaciones norte, este y

FIGURA 7.33

6.2. LA ADICIÓN DE SUPERFICIES DE AGUA RELATIVAMENTE PEQUEÑAS



FIGURA 7.34

MONTERREY.

Se recomienda adicionar superficies de agua en climas cálidos-secos.

- La adición de agua incrementa el grado de humedad del ambiente
- Refresca el aire por acción evaporativa

6.3. PLANTACIÓN DE VEGETACIÓN O ARBOLES ALREDEDOR DEL EDIFICIO

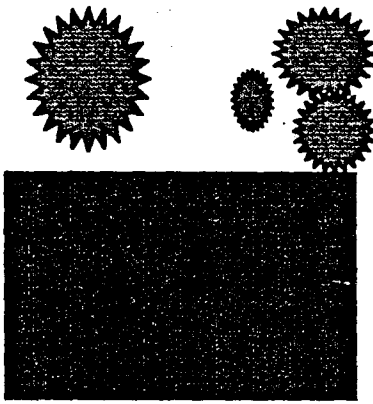
La plantación de vegetación alrededor del edificio es un aspecto fácilmente tratable desde el diseño, por tanto es muy importante aprovechar al máximo su utilidad.

Beneficios:

- Dosificación de las radiaciones de gran longitud de onda
- Las radiaciones absorbidas por el suelo y las fachadas quedan disminuidas al filtrarse la radiación directa. Por esto el calentamiento de las superficies en periodo de calor se ve disminuido y las amplitudes de temperatura quedan amortiguadas.(Jean-Louis Izard) Otra función importante de la vegetación es la protección contra los fuertes vientos.

Es importante considerar el tipo de vegetación a utilizar de acuerdo al clima, en climas extremos donde es necesario protegernos de las radiaciones solares en verano, y captarlas en invierno, se debera elegir vegetación de hoja caduca.

Dependiendo de su ubicación pueden bloquear el acceso de luz natural.



- La Plantación de árboles puede cambiar muy positivamente el microclima.
- Los árboles alrededor del edificio, proporcionan sombras, por lo que reducen las necesidades de refrigeración.
- Si son árboles de hoja caduca, en invierno permiten el acceso de la radiación, disminuyendo las necesidades de calefacción.

FIGURA 7.35

7. TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN

El sistema estructura, incluyendo los materiales de las paredes exteriores, interiores y el piso, tienen implicaciones en el funcionamiento del diseño pasivo y en el diseño estructural. La elección de la tecnología de construcción determina la capacidad intrínseca del edificio y el potencial para la adición de masa térmica.

Los muros del edificio son los que mayor superficie exponen a la intemperie. La base del comportamiento térmico de los muros esta dada por la conductividad y espesores de sus materiales

La evaluación de la tecnología de construcción a utilizar, se deberá basar en los siguientes criterios:

1. Alta resistencia al flujo de calor
2. Económico
3. Buen funcionamiento estructural
4. Resistencia a la intemperie
5. Fácil manejo en la construcción
6. Disponibilidad en el sitio

Actualmente se utilizan muchos materiales como: madera, concreto, ladrillo, aluminio, acero y vidrio. Entre los materiales utilizados en la construcción se encuentran principalmente el concreto y los morteros; cemento con agregados de arena y grava de diferente granulometría, según el uso que vaya a tener, el acero, ya sea en forma de varillas o perfiles estructurales, los blocks de concreto, ladrillo, blocks de concreto celular, el yeso, la madera y otros que son variaciones de los mismos materiales.

El acero en la vivienda, generalmente viene embebido en el concreto, y su sección en relación con la del elemento total es muy pequeña, por lo que sus efectos son casi imperceptibles.

En este trabajo, se mencionan cuatro tecnologías de construcción que se están utilizando actualmente en la construcción de viviendas, dos de ellas, son sistemas tradicionales, los cuales son los más utilizados actualmente, y las otras dos son tendencias que acaban de surgir, y pueden ser muy prometedoras en un futuro próximo.

Se hace una comparación de sus características mecánicas y térmicas con el fin de darnos una idea de las diferentes cualidades que nos proporciona cada una, para que con estos parámetros se utilice el material que más se adapte a las necesidades del usuario o bien se pueda comparar posteriormente con otras tecnologías nuevas en el mercado.

a) BLOCK DE CONCRETO CELULAR.

El concreto celular es un producto del sistema constructivo Hebel, de tecnología alemana, el cual se produce y comercializa en México por Contec Mexicana, empresa del grupo Pulsar.

Hebel es un sistema integral, pues con él se puede edificar totalmente una construcción, desde los muros hasta las losas, incluyendo escaleras.

Se fabrica combinando arena, cemento, cal y un agente expansivo que forma una estructura porosa de millones de celdas de aire en el concreto, con lo cual adquiere

características de ligereza, aislamiento térmico y acústico, resistencia y duración (Contec Mexicana, S.A de C.V)

Este material se produce por un procedimiento industrial, iniciándose el incremento de volumen entre 10 y 20 minutos de colado, dependiendo de la temperatura a la que se produzca la reacción química, prolongándose por una hora y media, despues es cortado a la medida y secado en autoclave. La resistencia mecánica varia de acuerdo a su densidad y está entre 5 y 150 kg/cm², de acuerdo a la dosificación de sus componentes.

CARACTERISTICAS FISICAS

CARACTERISTICAS	BLOCK		REFORZADOS		UNIDAD	NOTAS
	GP2/0.5	GP4/0.7	GB3.3/0.6	GB4.4/0.7		
Densidad	500	700	600	700	kg/m ³	Seca máxima para diseño
Peso de diseño ⁽¹⁾	600	700	720	840	kg/m ³	
Resistencia a la compresión	25	50	35	50	Kg/cm ²	
Resistencia a compresión como mampostería (T ² m)	14.84	21.41	--	--	kg/cm ²	
Resistencia al cortante (V ²)	2.73	3.76	--	--	kg/cm ²	
Módulo de elasticidad	13,000	18,000	17,500	25,000	kg/cm ²	
Contracción lineal	0.171	0.175	0.171	0.175	mm/m	
Coefficiente de expansión térmica	8x10 ⁻⁶	8x10 ⁻⁶	8x10 ⁻⁶	8x10 ⁻⁶	K ⁻¹	
Resistencia al congelamiento	0.969	0.979	0.979	0.979	--	Adimensional
Contenido de humedad natural (promedio)	8	8	8	8	%	En peso

(1) Estos valores consideran el contenido de humedad del material.

TABLA 7.1

Para la comparación, se utilizó block contec GP2/0.5 de 10cm de espesor y en el manual de Contec reporta una resistividad térmica de 7.10 ft²hF/BTU y resistencia a la compresión 25 kg/cm².(Manual Contec)

Casa habitación
construída 100%
con tecnología
Contec.



FIGURA 7.36

La tabla 7.2 que se muestra a continuación, es una tabla proporcionada por los fabricantes, en la cual se puede ver, que el material cuenta con una resistencia térmica, muy similar e inclusive superior al de aislamientos utilizados comunmente en la actualidad.

COMPARATIVA DE AISLAMIENTO TERMICO

DESCRIPCION	DENSIDAD	ESPESOR	R	
	kg/m ³	cm(pulg)	m ² C/W	ft ² h°F/BTU
Block Contec(GP2)	500	15.0 (6")	1.25	7.10
Poliuretano	28	2.5 (1")	1.25	7.10
Fibra de Vidrio	104	3.8 (1 1/2")	1.19	6.76
Poliestireno	17	3.8 (1 1/2")	1.12	6.36
Poliestireno	11	5.1 (2")	1.13	6.42
Fibra de Vidrio	11	5.1 (2")	1.09	6.19

TABLA 7.2

b) MUROS DE BLOCK DE CONCRETO (normal)

Sistema (semi-industrializado), actualmente es el más popular debido a su seguridad estructural y durabilidad, así como la accesibilidad de mano de obra familiarizada con esta tecnología.

Este tipo de construcción básicamente consiste en una estructura (vigas, columnas, castillos) de concreto, armado con varillas de refuerzo.

Los muros, pueden ser o no estructurales, son de block de concreto generalmente de un espesor de 15 cms.

La losa, también de concreto armado con varillas de refuerzo, se aligera comúnmente, ya sea con piezas de barblock o poliestireno, aunque últimamente han surgido otros sistemas que optimizan la construcción como son el sistema vigueta y bovedilla, también de concreto armado, aunque con algunas piezas prefabricadas.

Las ventajas de este material, es únicamente que la mano de obra es más sencilla de manejar; en cuanto a aislante térmico, no da características aislantes, es altamente absorbente al calor, frío y humedad (Colegio de Arquitectos de Nuevo León, A.C)

Los blocks de concreto son de forma prismática rectangular y son perforados para que tengan mayor ligereza, soportan bien la intemperie, generalmente se hacen con un contenido de 150 a 200 kg de cemento por metro cúbico de arena, sus dimensiones son de 20 x 40cm, con diferentes espesores, que pueden ser: 10, 15 y 20 cm, variando la forma y dimensión de los huecos según fabricante. Desde luego existen varias calidades

que dependen de la cantidad de cemento, granulometría de los agregados, la cantidad de agua de la mezcla, y el tiempo y forma de curado.

Su resistividad térmica es de 0.40 ft²h F/BTU y con una resistencia a la compresión aproximadamente de 85 kg/cm² (Luis T Pedraza).

Obra realizada con sistema tradicional
De muros de block de concreto.



FIGURA 7.37

c) LADRILLO RECOCIDO O DE MILPA

Piezas prefabricadas de material cerámico que constituyen uno de los principales materiales, utilizándose para la formación de todo tipo de muros, paredes, pilares, arcos y bóvedas.

La materia prima del ladrillo es la arcilla, que procede de la desintegración de rocas que contienen principalmente feldspatos. Actualmente la cocción, se lleva a cabo en hornos de secado continuo eléctricos, de carbón o combustóleo.

Estructuralmente, el ladrillo funciona bien máxime cuando se combina con una estructura de concreto armado como generalmente sucede. En cuanto a la intemperie, regularmente se protégé con recubrimientos.

La resistencia mecánica de los ladrillos esta entre 100 y 300 kg/cm² y una resistividad térmica de 0.87 ft² h F/ BTU. Las dimensiones más comunes son: 24 x 10.5 x 5 y 29 x 14 x 5 cm.(Luis T. Pedraza)

Casa construída con ladrillo

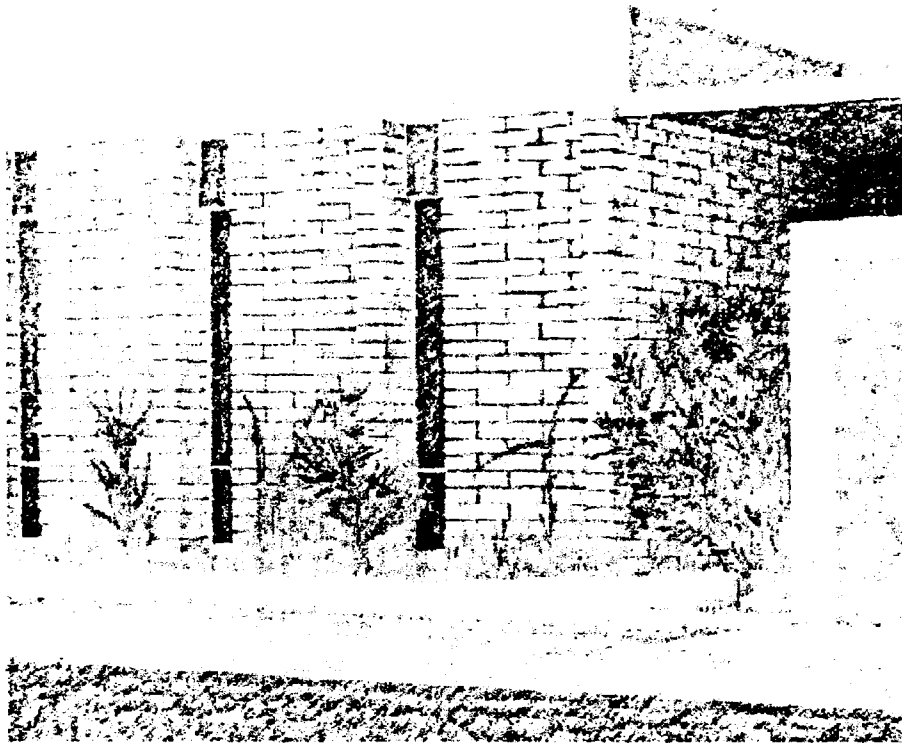


FIGURA 7.38

d) PANEL W PMO2.

Sistema constructivo integral, combinado con otros sistemas constructivos para construir: muros de carga, muros divisorios, losas de entrepiso, losas de azotea, fachadas, cubiertas, arcos, cúpulas, etc.

Este es un sistema a base de paneles, en medidas de 1.22 x 2.44 metros, consiste en unir los paneles siguiendo la forma del proyecto, para posteriormente ser recubiertos con mortero de cemento-arena. Esto da como resultado un elemento de concreto reforzado

con excelentes propiedades estructurales y capacidad de aislamiento termo-acústico (Gerardo García Legaspi de Paneles y Mármoles de Monterrey)

Material construido por dos mallas de acero electrosoldado, colocadas una a cada lado de una placa de poliestireno expandido o de espuma rígida de poliuretano, las mallas de acero están unidas por conectores de acero, soldados en las mallas, para dar soporte mecánico. El panel después de colocado recibe una capa de mortero de arena cemento en cada lado para dar el acabado final del muro (Gerencia Regional de Paneles MG Covintec).

El poliestireno tiene una densidad que varía de 10 a 30 kg/m³ y en el muro acabado el fabricante reporta una resistividad térmica de 4.06 ft²hF/BTU y una resistencia a la compresión de 10,270 kg/m.

Casa habitación fabricada con sistema constructivo
De paneles W.

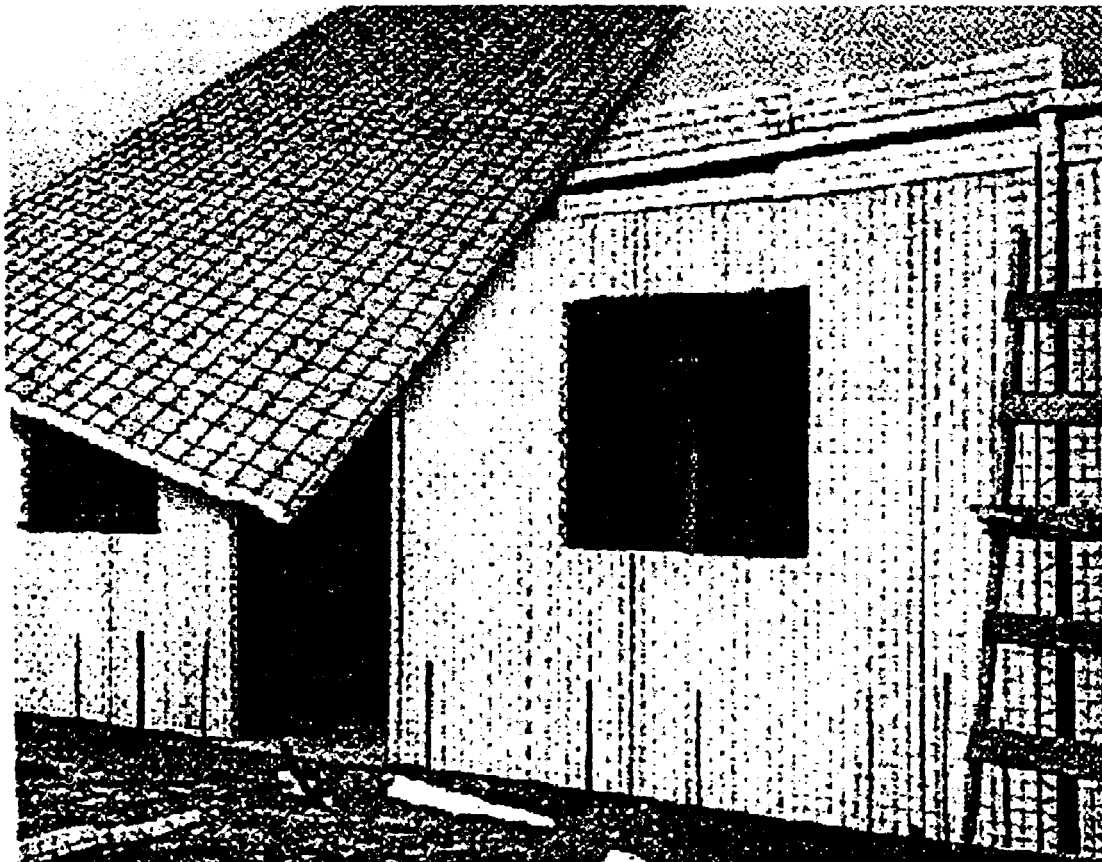


FIGURA 7.39

COMPARACIONES DE CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

Las características mencionadas anteriormente, están basadas en las especificaciones de los respectivos fabricantes.

En la tabla 7.3, se muestra una serie de resultados obtenidos, en pruebas experimentales realizadas por un tesista en la Universidad del Noreste, en la que se realizan la comparativa de los 4 materiales, todas basadas en un estudio realizado sobre un muro de 10 cms de espesor.

MATERIAL	RESISTENCIA TÉRMICA m ² C / W	CONDUCTANCIA TÉRMICA W / m ² C	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN kg / cm ²	% DE ABSORCIÓN DE AGUA 24 HS
Concreto CONTEC	0.6252	1.5994	31.81	68.65
Block de concreto	0.3172	3.1526	152.71	5.28
Ladrillo recocido	0.1257	7.9555	125.03	17.92
Panel W PMO 2"	0.3761	2.6569	75.96	109.09

TABLA 7.3

De acuerdo a los datos proporcionados por los fabricantes, y a la experimentación realizada por la Universidad del Noreste, de los sistemas aquí evaluados que se utilizan en la construcción de la vivienda actual, el que tiene un mejor comportamiento térmico es el Contec.

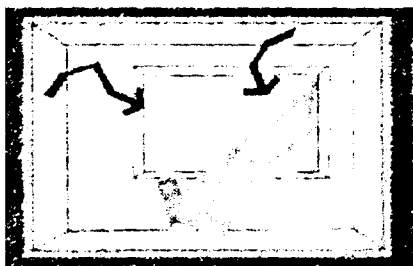
8. NIVELES DE AISLAMIENTO

(Resistencia que opone la piel del edificio al paso de calor por conducción)

La cantidad de aislamiento de paredes, pisos y techos puede influir significativamente en el coeficiente de carga del edificio en algunos tipos de edificios y en la necesidad de energía para el calentamiento y la climatización.

Desde el punto de vista energético, la función de los muros o de la envolvente del edificio, es conservar las condiciones interiores de confort independientes de las condiciones exteriores. El clima del exterior, con temperaturas más frías en el invierno y calientes en verano, no proporcionará confort por el mismo, por lo tanto se requiere disminuir el intercambio de calor entre el interior y exterior, asignando a los muros esta importante función de aislamiento térmico.

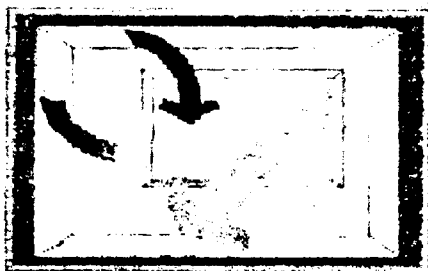
- La disposición de material aislante en el interior, es importante y hace variar el comportamiento térmico del edificio. No siempre es posible asegurar la continuidad del material aislante. Los puntos del envoltorio sin aislar o parcialmente aislados constituyen los llamados puentes térmicos (lugares de paso preferente de los flujos de calor) (Dr. Salvador García).
- Cuando el aislamiento se sitúa en el interior del muro, este aislante es cerrado por la estructura de los pavimentos, muros y losas, creandose puentes térmicos que aumentan las pérdidas de calor. Esto a menudo representan del 30% al 90% del total de pérdidas, sobre todo en edificios con un buen grado de aislamiento. En cambio al colocar el aislamiento en el exterior, puede representar una disminución al 15% del total de las pérdidas.(Dr. Salvador García)
- Para aislar correctamente la casa, la manera óptima de colocar el aislante es el exterior, de manera que habrá bajas ganancias de calor en verano, y en invierno creará un almacenador para las noches frías.(Antonio Ley Guing)



AISLANTE INTERIOR

Muy poco calor penetra en verano, pero en invierno no puede acumularse dentro de los muros para radiarlo en la noche (Antonio Ley Guing).

FIGURA 7.40



AISLANTE EXTERIOR

En verano, poco calor se transmite por los muros. En invierno, el calor generado en el interior se acumula en los muros y al no poder escapar se transmite en la noche (Antonio Ley Guing)

FIGURA 7.41

Cada material en un edificio posee un valor aislante. Este valor puede expresarse como el coeficiente de transferencia de calor (k) o la resistencia al flujo de calor (r). La envolvente del edificio pierde o gana calor de acuerdo a la magnitud de (r).

El uso de aislantes térmicos puede aumentar hasta seis veces el valor de (r) de los materiales constructivos (muros, cubiertas) evitando pérdidas o ganancias excesivas de calor (Natural Solar architecture).

- Un edificio muy aislado tiene poco intercambio de energía interior-exterior.
- Los aislamientos interiores, presentan puentes térmicos en las uniones con muros, losas, etc, por donde fluye el flujo de calor.
- Es preferible aislamiento exterior, para evitar flujo de calor en juntas.

Es recomendable aislar bajo el siguiente orden de importancia(Antonio Ley Guing).

1. TECHO
2. MURO OESTE
3. MURO ESTE
4. MURO SUR
5. MURO NORTE
6. PUERTAS
7. MARCOS METÁLICOS
8. MARGENES DEL PISO

- Si existen diferencias internas de temperatura, por separación de actividades (distribución espacial), la membrana que las separe debe aislarse térmicamente.

Independientemente de sus propiedades específicas a los aislantes se les piden cualidades complementarias en función de los imperativos de su colocación.

1. Incombustibilidad o por lo menos no inflamabilidad
2. Buena resistencia mecánica
3. Ausencia de propiedades corrosivas para los materiales con los que el aislante este en contacto
4. Estabilidad física y química: Ausencia de dilatación excesiva al calor, resistencia a diversos agentes de destrucción: humedad y oxidación.
5. Flexibilidad o rigidez según la estructura portante
6. Estética si el producto queda a la vista

7. Precio en relación con el servicio que presta.(Aislamiento acústico y térmico en la construcción)

En el mercado se cuenta con varios tipos de aislantes térmicos, los materiales que se mencionan a continuación son los más comunes, estos existen en muy diversas presentaciones, pero sus características generales son las siguientes:

AISLANTE	ESPESOR (cm)	M2C/W	PRESENTACIÓN	LUGAR DE USO	PROPIEDADES
POLIURETANO	2.50	1.25	ESPUMA PLACAS	LANZADO EN MUROS SUPERFICIES EXTERIORES	Cubre cualquier superficie Al quemarse desprende gases venenosos.
POLIESTIRENO	3.8	1.12	PLACAS	SOBREPUESTO EN SUPERFICIES EXTERIORES	Alta resistencia a la intemperie y humedad Fácil de quebrarse Alta combustibilidad
	5.1	1.13			
FIBRA DE VIDRIO	3.8	1.19	ROLLO PLACAS PARTICULAS	SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO SOBREPUESTA EN MUROS Y CIELOS	No apta para exteriores Alta combustibilidad Flexibilidad
	5.1	1.09			

TABLA 7.4

9. COLOR DEL EDIFICIO

El color del edificio ha sido un elemento tradicionalmente considerado en la arquitectura. Los colores de los acabados, tanto en exterior como en interiores, permiten incidir en la captación o rebote del sol, y conseguir efectos en la necesidad de calefacción o refrigeración del edificio.

MONTERREY

En las zonas cálidas, predominan los edificios de colores naturales claros o pintados de estos colores, los colores claros reflejan un gran porcentaje de la radiación solar, el color blanco rebota entre el 80% y 90% del total de energía que recibe.

TABLA DE ABSORTANCIA SOLAR DE DIFERENTES SUPERFICIES

Pintura mate negra óptica	0.98
Pintura negra mate	0.95
Laca negra	0.92
Pintura gris obscuro	0.91
Concreto negro	0.91
Laca azul obscuro	0.91
Pintura de aceite negra	0.90
Ladrillos azul stafford	0.89
Pintura olivo oscuro	0.89
Pintura café oscuro	0.88
Pintura azul-gris oscuro	0.88
Laca azul o verde oscuro	0.88
Concreto café	0.85
Pintura café	0.84
Pintura café mediano brillante	0.80
Laca café o verde	0.79
Pintura rojo óxido	0.78
Pintura de aceite gris brillante	0.75
Pintura de aceite roja	0.74
Ladrillos rojos	0.70
Concreto incoloro	0.65
Ladrillos medio brillantes	0.60
Pintura verde medianamente deslustrada	0.59
Pintura naranja	0.58
Pintura amarilla	0.57
Pintura azul	0.51
Pintura verde Kelly	0.51
Pintura verde brillante	0.47
Pintura blanca semibrillante	0.30
Pintura blanca brillante	0.25
Pintura plateada	0.25
Laca blanca	0.21
Panel reflector de aluminio pulido	0.12
Película mylar aluminizada	0.10
Recubrimiento depositado por vapor en laboratorio	0.02

Tabla de absorción solar de diferentes materiales.
(Sun wind & light, pg 129)

TABLA 7.5

La capacidad que tiene un cuerpo de absorber la radiación recibida, esta dada por su factor de absorción α (Ver tabla 7.5), los valores que toma α tienen como base el comportamiento del cuerpo negro perfecto, el cual absorbe el 100% de la radiación y se le asigna el valor de uno. El resto de los cuerpos tienen un valor menor a uno.

Si el factor de absorción es alto, se capta mayor energía y por lo tanto; resulta benéfico en el invierno más no en el verano. En arquitectura, este problema se puede resolver de la siguiente manera:

- Utilizando colores claros y medios en los techos y en los muros orientados al Este y Oeste, ya que son los que reciben mayor radiación durante el verano
- Utilizar colores semiobscuros u oscuros al sur, para captar la mayor cantidad de energía en invierno, siempre y cuando se asegure que estos muros se encuentren sombreados en verano en su totalidad.

Finalmente, después de haber analizado varios tips y estrategias importantes a considerar al proyectar una vivienda o edificio, podemos observar que existen tantas estrategias como el tiempo de análisis y la situación específica que se presente en cada proyecto, que sería imposible mencionarlas de una manera exhaustiva, por esto es necesario hacer una evaluación del sitio en el que se desarrolla el proyecto, de nuestros objetivos y plantear soluciones con un criterio sostenible hacia el diseño, buscando desarrollar la mejor solución que se encuentre a nuestro alcance.

SEGUNDA PARTE: CÁLCULO TÉRMICO

7.3. IMPACTO DEL CLIMA EN LOS EDIFICIOS

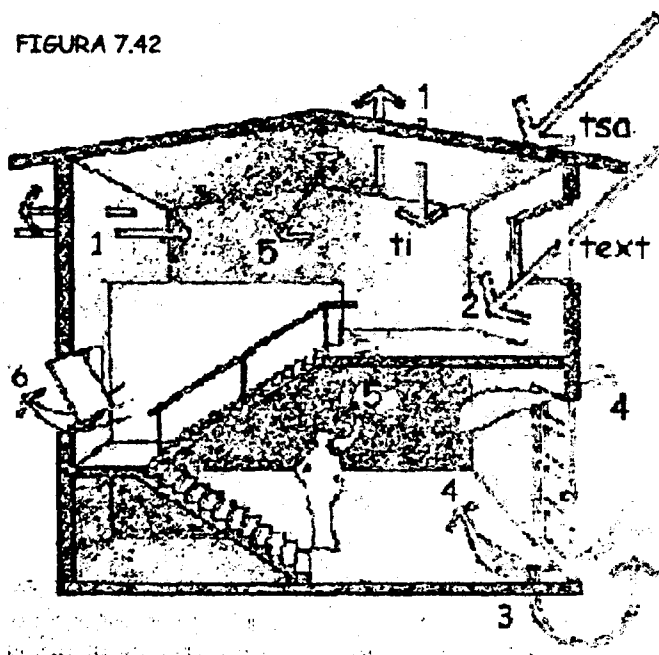
El edificio, es el tercer factor importante en los requerimientos de calefacción o enfriamiento. Su forma y construcción tiene gran influencia en la forma como va a ser afectado por los factores climáticos exteriores.

Por ejemplo, un edificio en un clima caliente y soleado, tiene grandes cargas por causa del sol a través de su superficie, sin embargo, si este edificio esta orientado y diseñado de forma que reduzca las áreas de exposición directa al sol, el acristalamiento esta sombreado y las paredes tienen aislamiento, mucha de esta carga se reducirá.

Un aspecto muy importante en el DISEÑO BIOCLIMÁTICO, es la evaluación del impacto del clima en los edificios en cuestión, hay varias técnicas propuestas para hacer estas evaluaciones, algunas más generales y otras detalladas, el sistema propuesto en éste trabajo, es el que nos recomienda la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering) en su Handbook Fundamentals 1988, y se apoyo en la interpretación hecha de esta técnica, en una tesis anterior al tema (DISEÑO BIOCLIMÁTICO su aplicación en la vivienda de Mexicali a través de patrones) complementándose en algunas partes con aportaciones de otras bibliografía.

Estas técnicas, a parte de evaluar el comportamiento térmico del proyecto final, sirven para analizar de forma más detallada, los patrones requeridos de enfriamiento o calefacción.

FIGURA 7.42



CÁLCULO TÉRMICO

Este procedimiento divide la evaluación en los siguientes pasos:

1. Ganancias y pérdidas por conducción en muros (Techos, Ventanas y Puertas)
2. Ganancia por transmisión (Ventanas)
3. Pérdida por conducción (Muros)
4. Ganancia y pérdida por infiltración
5. Ganancia por aparatos eléctricos, de gas, luces y ocupantes
6. Pérdida por ventilación.

Para tomar una idea del comportamiento térmico del edificio, se puede tomar las condiciones de un día típico de cada mes.

7.3.1. GANANCIAS Y PÉRDIDAS POR CONDUCCIÓN EN MUROS.

Las ganancias y pérdidas por conducción en muros, estima la cantidad de calor que fluye a través de la piel de un edificio, por una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Esto depende de:

- la magnitud de la diferencia de temperaturas
- la resistencia al flujo de calor de los materiales de la piel
- el área de la piel.

Como el calor fluye de lo caliente a lo frío, si el interior es más caliente que el exterior, el calor fluirá hacia afuera, y si no sucederá lo contrario.

La tasa de fluencia de calor a través de un material generalmente se expresa en términos de su resistencia (r).

Para mejorar las condiciones de transferencia de calor de los materiales, algunas veces es necesario usar algún tipo de aislamiento.

Para áreas en donde se busca reducir la ganancia de calor solar, se debe considerar el mayor aislamiento en el techo, que es el área que nos permite la mayor carga de ganancia solar, mientras que las paredes pueden ser solo moderadamente aisladas.

Para lugares fríos se debería considerar menor aislamiento para adquirir la mayor ganancia solar posible, sin dejar de considerar, que en ciertas condiciones, el aislamiento, también nos ayuda a evitar escapar al calor interno hacia el exterior.

La transferencia de calor por conducción, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$Q = A * K * \Delta T$$

DONDE:

Q=Flujo Térmico.- Cantidad de calor en unidad de tiempo, (W) o (Kcal/h)

A=Área de superficies analizadas (m²)

K=Coefficiente de Transmisión (W/m² C)

ΔT =Diferencial de temperatura (C)

El Coeficiente de Transmisión K

Expresa la cantidad de calor que pasa a través de una pared, que separa dos ambientes entre los que la diferencia de temperatura es de 1 C por metro cuadrado de pared durante una hora. Su valor es proporcional a la cantidad de calor que fluirá por dicha pared.

Para determinar el coeficiente de calor de una pared, se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se determina el espesor de cada uno de los materiales que forman una pared
2. Se obtiene el valor de conductividad (λ) de cada uno de los materiales sacando la inversa, para obtener su resistividad (ρ) en mC/W
3. Se multiplica la resistividad de cada material por el espesor del mismo para obtener la resistencia (r) en m^2C/W .
4. Se obtienen las resistencias de la película exterior de aire (h_e) y la película interior de aire (h_i). Estos valores dependen del factor de emisividad de las paredes (radiación) y del sentido del flujo de calor por esa pared.
5. A las resistencias h_e y h_i se les suman las resistencias obtenidas en el punto 3
6. Se saca la inversa del total de resistencias y se obtiene K (W/m^2C)

Expresado matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{1/h_e + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + \dots + e_n/\lambda_n + 1/h_i} = 1/R_t$$

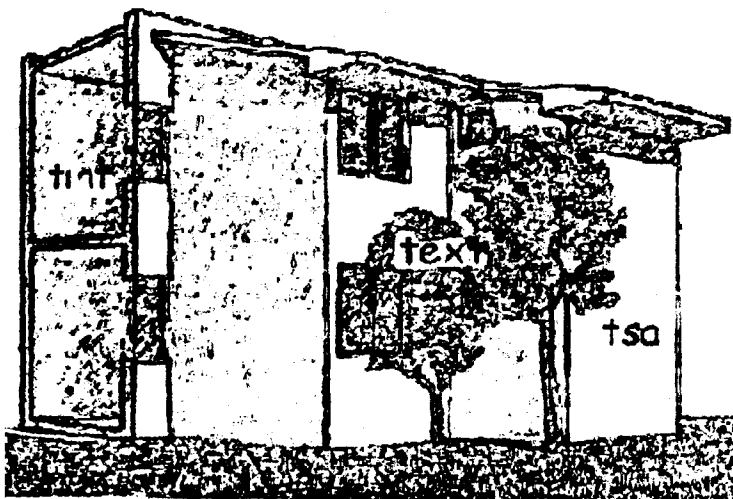


FIGURA 7.43

Diferencial de Temperatura ΔT

Este valor se obtiene de dos maneras, dependiendo de las condiciones en que se encuentren los elementos que se están evaluando:

1. $t_{ext} - t_{int}$
2. $t_{sa} - t_{int}$

La primera ecuación se utiliza

cuando la pared se encuentra bajo la sombra. El valor de la temperatura exterior (t_{ext}), se refiere a la temperatura del aire.

La segunda ecuación, se utiliza cuando las superficies están expuestas a la radiación solar. El valor de la temperatura sol-aire (t_{sa}), es un concepto que involucra el factor de absorción de la cara expuesta, la velocidad del aire y la intensidad de la radiación. Se calcula por la siguiente fórmula:

$$t_{sa} = \frac{\alpha ID}{h_o} + t_{ext}$$

DONDE:

t_{sa} = temperatura sol-aire

α = Factor de absorción del material: depende del color, tono y textura. Mientras más oscura sea la superficie, mayor será el factor de absorción. En porcentaje

ID = Intensidad de radiación: depende de la orientación e inclinación del elemento considerado, la hora y la fecha en que se hace el análisis, en W/m^2 .

h_o = Coeficiente de superficie: involucra los efectos del viento en la superficie. Esta dada por la fórmula:

$$h_o = 5.7 + 3.8V (*)$$

V = Velocidad del viento. * (2.6 m/s cap. 5)
En $W/m^2 C$

t_{ext} = temperatura del aire exterior.

7.3.2. GANANCIA POR TRANSMISIÓN (VENTANAS)

El intercambio de calor en ventanería se calcula por dos fórmulas:

1. Conducción (para ganancias o pérdidas):

$$Q_c = A * K * \Delta T$$

DONDE:

A = Area total de ventanería

K = Coeficiente de transmisión de la ventana dependiendo de la cantidad, tipo y protección interna (cortinas, persianas, etc) del vidrio (W/m²C).

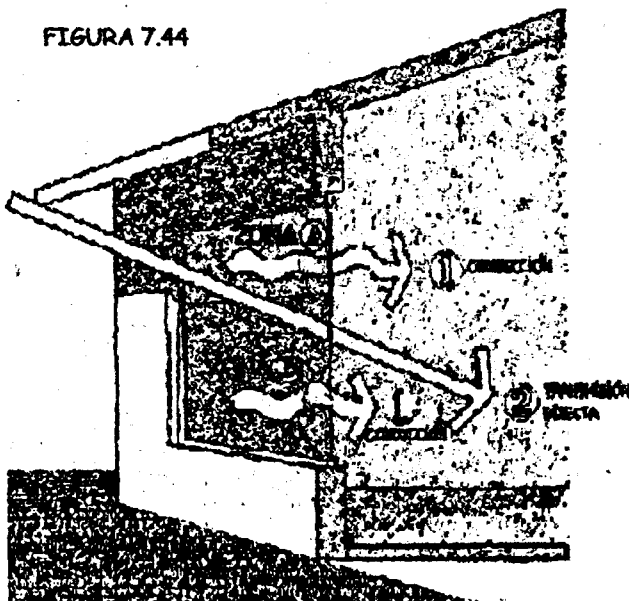
ΔT= Diferencial de temperatura (text - tint (C))

VIDRIO	
CLARO	0.71 - 0.87
CON COLOR	0.45 - 0.74
ABSORV. CALOR	0.34 - 0.83
SOMBRAS INTERIORES	
PERSIANAS	0.45 - 0.55
CORTINAS	0.40 - 0.60
SOMBRAS EXTERIORES	
EGGCRATE	0.10
PRETIL HORIZONTAL	0.20 - 0.50
PERSIANA VERTICAL	0.10 - 0.30
TOLDOS	0.15

TABLA 7.6 Coeficientes de Sombra
ASHRAE, p. 400

2. Transmisión (solo para ganancias):

FIGURA 7.44



$$Q_{GS} = A * FGCS * CS$$

DONDE:

A = Area de vidrio expuesta a la radiación

FGCS = Factor de ganancia de calor solar que depende de la orientación de la ventana, la hora y fecha en que se hace el análisis (W/m²).

CS = Coeficiente de sombra: Depende del tipo y espesor del vidrio, así como del efecto de la velocidad del aire en la

superficie (expresado en porcentaje)

Por lo tanto la ganancia total para ventanería será:

$$Q_T = Q_c + Q_{GS}$$

Para pérdidas será:

$$Q_T = Q_{GS} - Q_c$$

7.3.3. PÉRDIDA POR CONDUCCIÓN (PISOS)

El flujo de calor por el piso, es del interior al exterior, es decir solo por pérdidas.

Para determinar la cantidad de calor que se pierde por el piso, las investigaciones proponen que para pisos de contacto (superficiales) y pisos subterráneos (sótanos) se apliquen criterios:

Pisos de Contacto.

Este cálculo considera como más crítico al calor que se transmite próximo a los linderos de la casa. Se expresa por la fórmula:

$$Q = F_2 * P * \Delta T$$

DONDE:

F_2 = Coeficiente de pérdida de calor. Depende de las condiciones en que se encuentre el piso (materiales y aislamiento) (Firme de concreto sin aislar 1.4 -ASHRAE-)

p = Perímetro del filo expuesto del piso (m^2)

ΔT = Diferencial de temperatura ($t_{ext} - t_{int}$ (C))

Pisos subterráneos

En este cálculo intervienen dos elementos: El piso sumergido y la arced de contención. Para ambos elementos se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = A * \frac{1}{\pi \text{ rad } (r)} * \Delta T$$

DONDE:

A = Área de la superficie analizada (m²)

rad= Radio de la curvatura que traza el flujo de calor. Para los muros, el radio (R1) es igual a la mitad de la profundidad; para pisos, el radio (R2) es igual a un cuarto del ancho del piso (m).

r = Resistencia del terreno (m²C/W)

ΔT= Diferencial de temperatura (text - tint (C))

7.3.4. GANANCIA Y PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN

No importando, que la temperatura del edificio sea más alta o más baja que el exterior, el aire que se filtra en el edificio (infiltración), o el que se deja pasar (ventilación), deberá ser o enfriado o calentado.

La ganancia o pérdida de calor por infiltración, se calcula para cada espacio interior del edificio que tenga una o varias paredes en contacto con el exterior. El procedimiento se hace bajo la siguiente fórmula y es conocido como el métodos de "cambios de aire":

$$Q = ahc * V * \Delta T * h * n * 1.16$$

DONDE:

Q = Ganancia o pérdida de calor por infiltración (W).

ahc= Capacidad de calor del aire = 0.29 Kcal/m³ C

V = Volumen del espacio analizado (m³)

ΔT = Diferencial de temperatura (text - tint (C))

h = Número de horas (h)

n = Número de cambios de aire en una hora. Este valor depende del número de paredes del espacio, interior en contacto con el exterior que tenga una o varias aberturas (ventanas o puertas). El siguiente cuadro muestra el criterio utilizado:

Superficies con ventanas y/o puertas exteriores	0	1	2	3
Número de cambios de aire por hora (n)	0.33	0.66	1.0	1.33

TABLA 7.7

1.16 = Factor de conversión de Kcal/h a Watts

7.3.5. GANANCIA POR APARATOS ELÉCTRICOS, DE GAS, ILUMINACIÓN Y OCUPACIÓN.

Los edificios que tienen bajos niveles de utilización, generalmente generan poco calor interno, y las necesidades de calefacción o enfriamiento dependen básicamente de las condiciones climáticas a diferencia de aquellos que tienen grandes niveles de ocupación y generan mucho calor interno, no importando lo frío que esté, muchas veces necesitan aún enfriamiento. Además en muchos edificios, el nivel de ocupación depende de determinadas horas del día.

- La gente genera calor
- La utilización de edificios genera calor : iluminación, equipo, etc, son fuentes de calor en un espacio.

Los requerimientos de enfriamiento se acentúan generalmente cuando el tiempo de mayor generación interna de calor se une a la ganancia de calor por el clima.

Las técnicas de análisis en esta sección se dividen en:

- Ocupación
- Iluminación Artificial
- Equipo

1. OCUPACION

Consiste en estimar la cantidad de calor ganado por los ocupantes del edificio, y entender la contribución de estos a los requerimientos de climatización de un edificio.

La energía metabólica de las personas puede contribuir substancialmente al monto de calor generado por el edificio. Este calor puede aumentar los requerimientos de enfriamiento en climas calientes, o bien disminuir los requerimientos de calefacción en climas fríos.

El calor generado por las personas, se encuentra en función del sexo, edad, actividad y otros factores.

Solo es considerado el calor sensible (el que eleva la temperatura del aire) liberado por las personas.

El total de calor sensible generado por las personas en w , se encuentra multiplicando la ocupación de un edificio por la tasa de ganancia de calor por persona (ASHRAE, 1072,

p.416) que se muestra en la tabla siguiente .La ocupación de un edificio podrá ser determinada ya sea por condiciones pico o promedio.

GANANCIAS DE CALOR PRODUCIDAS POR EL HOMBRE	
ACTIVIDAD	GANANCIA W
SUEÑO PROFUNDO	70
ACOSTADO	88
SENTADO/ EN DESCANSO	115
ACTIVIDAD LIGERA	150
CAMINAR LENTO	160
TRABAJO DE ESCRITORIO	235
TRABAJO MEDIO	265
TRABAJO PESADO (8hr)	440
TRABAJO PESADO (MAX 0.5 hr)	1498

TABLA 7.8. Tasa de ganancia de calor por persona
(Comfort en la vivienda, Pedraza)

2. ILUMINACIÓN ELECTRICA

En este apartado buscamos estimar la ganancia de calor interna por la contribución de la iluminación artificial de un edificio.

El monto de calor generado por iluminación, está en función de: el nivel de iluminación y la eficiencia de la fuente de iluminación.

Para determinar la ganancia de calor por iluminación primero hay que determinar el nivel apropiado de luz necesario para el edificio.

Con este dato determinar la cantidad de luminarias y de que tipo para saber las cargas que tendrán.

La carga interna por iluminación, va a estar en función del tipo de luminaria y su factor de utilización.

1. EQUIPO

Estimación de la ganancia de calor interno del equipo en el edificio.

El equipo eléctrico y otros elementos operativos en un espacio contribuyen al calentamiento del espacio. El monto de calor generado es una función del tipo de equipo utilizado, la cantidad de equipo, y que tan seguido es utilizado.

En la siguiente tabla se dan ganancias típicas de calor por equipos en diferentes tipos de edificios. Cuando se conoce la cantidad exacta del equipo, su contribución calorífica se estima con las tablas proporcionadas (ASHRAE, Handbook of fundamentals 1972, 417,419).

	W/M ²
OFICINA GENERAL	29.84
OFICINA DE CONTABILIDAD Y COMPRAS	59.68
OFICINAS CON COMPUTADORAS	149.21
OFICINAS CON COMPUTADORAS DIGITALES	746.06
OFICINAS CON COMPUTADORAS ANALOGAS	746.06
LABORATORIOS	47.31 - 220.82
PLANTAS-ENSAMBLAJE GENERAL	63.09
PLANTAS-PROCESOS	473.19
HABITACIONAL-UNIFAMILIAR	6.3 - 9.46
HABITACIONAL-PLURIFAMILIAR	6.3-9.46
TIENDA DE VENTAS	9.46-12.62
BIBLIOTECA	9.46-12.62
ESCUELA	9.46-12.62
TEATRO/AUDITORIO	3.15-6.3
ESTADIO DEPORTES	3.15-6.3

TABLA 7.9. Ganancia de Calor por Equipo

8. PÉRDIDA POR VENTILACIÓN

La cantidad de calor que pierde un espacio debido a la ventilación, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 1.23 * M * \Delta T$$

DONDE:

Q = Calor removido (watts= julio/seg)

1.23= Constante que involucra el calor específico y la densidad del aire (julio/litro C)

ΔT = Diferencial de temperatura (text - tint (C))

M = Flujo del aire (litros/seg). Este valor depende de los elementos que esten provocando la ventilación:

a. Cuando la ventilación es provocada por vientos, se utiliza la fórmula:

$$M = 1000 EAV$$

DONDE:

M = Flujo del aire en (litros/seg)

1000 = Factor de conversión de m³ a litros

E = Factor de efectividad de las aberturas: 0.50 a 0.60 para vientos perpendiculares a las aberturas y 0.25 a 0.35 para vientos diagonales.

A = Área de la abertura de entrada (m²)

V = Velocidad del viento en (m/seg)

b. Cuando la ventilación es provocada por fuerzas térmicas, se utiliza la fórmula:

$$M = 116 A (h(\text{text} - t_o))^{1/2}$$

M = Flujo del aire en (litros/seg)

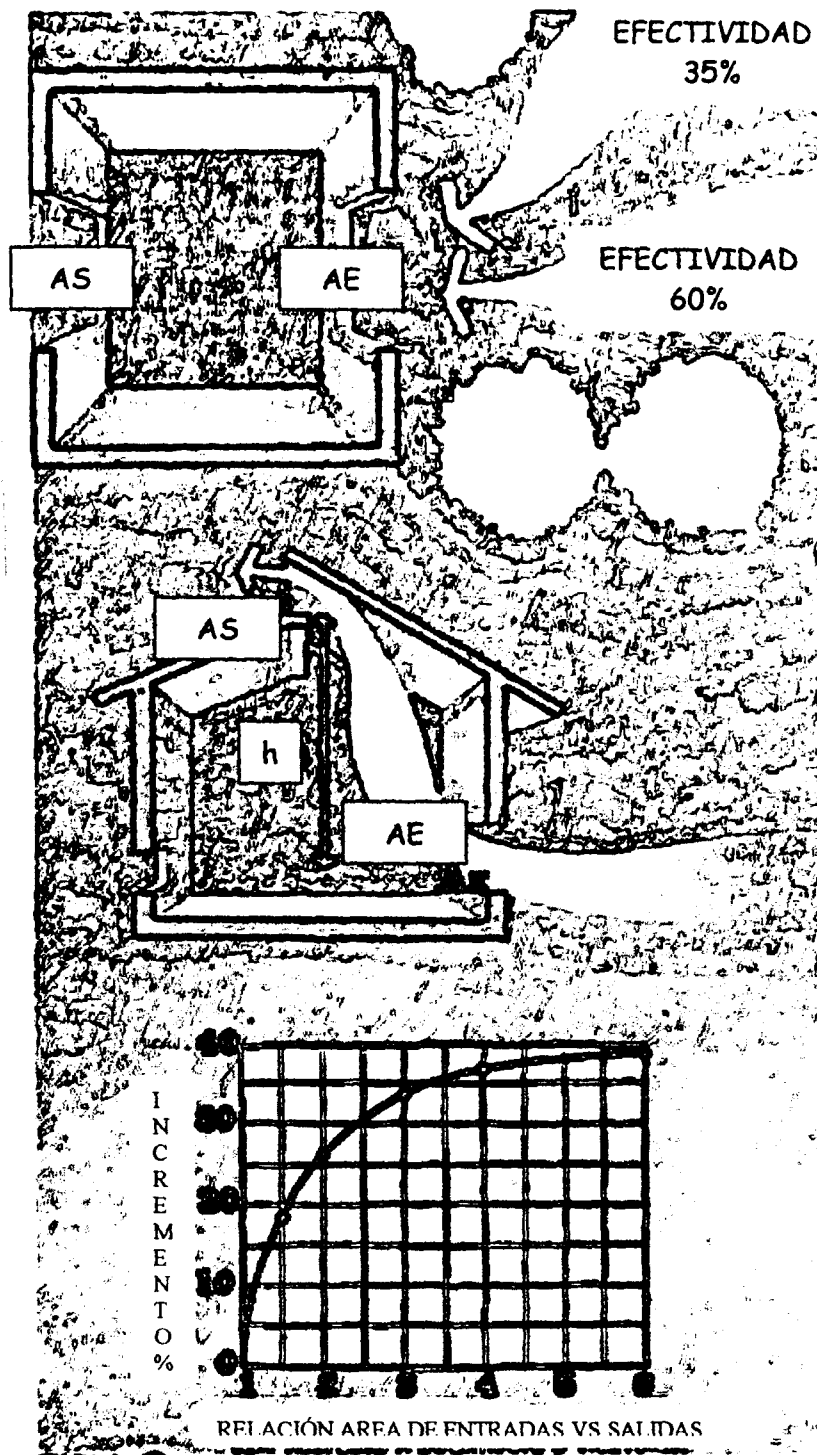
116 = Constante de proporcionalidad, incluyendo un valor de 65% para aberturas efectivas. Este puede reducirse a 50% (constante=89) cuando las condiciones no son favorables.

A = Área de aberturas de entrada de entrada o salida (m)

h = Distancia entre la abertura de entrada (AE) y la abertura de salida (As)

t_o = Temperatura interior a una altura "h" (C)

text = Temperatura exterior (C)



El mayor flujo por unidad de área de aberturas, es obtenido cuando el área de entrada (AE) y el área de salida (AS) son iguales. Las ecuaciones anteriores están basadas en esta igualdad, si se incrementa el área de la abertura de salida, con respecto al de entrada o viceversa, se incrementará el flujo de aire, pero no en proporción al área agregada. Cuando las aberturas son diferentes, se usa el área más pequeña y se le suma el incremento que se determina en la tabla 5a.

FIGURA 7.45

- c. Cuando en la ventilación actúan el viento y fuerzas térmicas conjuntamente, se procede de la siguiente manera:
 1. Se obtiene el flujo de aire por viento y fuerzas térmicas separadamente
 2. Se suman los resultados anteriores y se obtiene el porcentaje que le corresponde al flujo de aire por fuerzas térmicas.

3. Se encuentra el factor de incremento que le corresponde a ese porcentaje según la tabla 5b
4. Se multiplica el flujo de aire debido a fuerzas térmicas por el factor encontrado y se obtiene el flujo total.

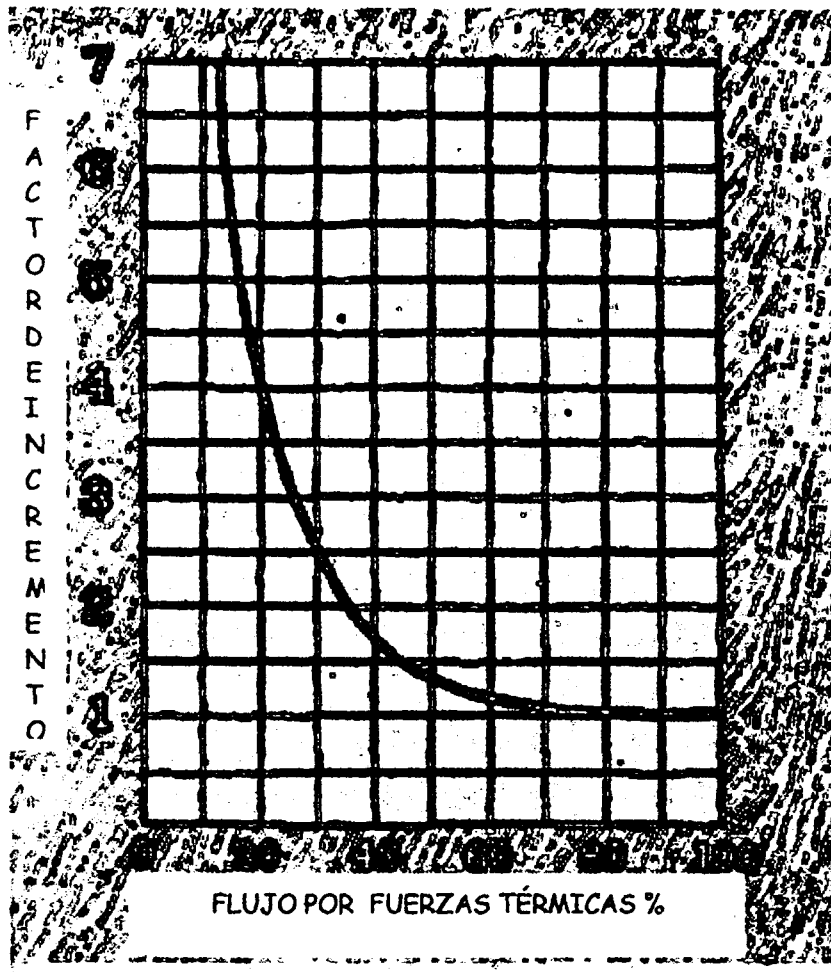


FIGURA 7.46



8. PROYECTO BIOCLIMÁTICO DE VIVIENDA EN MONTERREY

8.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se desarrolla un proyecto de vivienda en Monterrey, siguiendo las recomendaciones y procedimiento de evaluación propuesto en los capítulos anteriores.



- Restricciones de dimensión de terreno
- Mayor versatilidad en la aplicación de las diferentes técnicas propuesta
- Es una situación existente real, en la cual nos enfrentamos ante requisitos específicos de: terreno, vecinos, entorno y microclima, un cliente con preferencias arquitectónicas en su casa habitación, así como restricciones económicas

FIGURA 8.1
PLANO DE UBICACION

NORTE



8.2. PREDISEÑO

Los requerimiento de espacios iniciales del cliente son los siguientes.

- 3 recamaras
- Sala-comedor
- Cocina
- Cuarto de lavado
- Cuarto de tv

- Estancia familiar
- Cuarto de servicio
- Cochera para dos autos

El presupuesto:

\$1,400,000.00 (Incluye terreno e indirectos)

La ubicación del terreno se muestra en la figura 8.1.

El area del terreno es de 240 m²

Frente: 12mts

Profundidad: 20 mts

8.3. ANÁLISIS DEL SITIO

Altitud relativa

El área se encuentra en un valle localizado entre el cerro de las mitras y el cerro topochico (Ver fotografía 8a y 8b).

Pendiente del terreno

La pendiente es poca, se encuentra ubicado sobre la pendiente norte-noreste del cerro de las mitras; sin embargo como se muestra en la fotografía 9c, la pendiente no obstruye mucho del asoleamiento en invierno., y provoca la incidencia este de los vientos (Ver fotografía 8a, 8b y 8c).



FOTOGRAFÍA 8a.
VISTA NORTE DESDE
LA CASA

FOTOGRAFÍA 8b.
VISTA ESTE DESDE LA
CASA



FOTOGRAFÍA 8c.
VISTA SUROESTE DESDE
LA CALLE DEL FRENTE DE
LA CASA.



FOTOGRAFÍA 8d.
VISTA SUR DESDE LA
CASA.

Aspectos de formas urbanas

Estructura urbana densa.

Grupo habitacional, todas conservan la misma altura, y promueve el acceso a iluminación y ventilación. (Fotografía 8c)

Lotificación

- Promueve la orientación de la vivienda NE- SO.
- Favorece el sombreado en fachadas NE Y SO con las casas vecinas.
- Se crea un microclima, permitiendo el acceso de corrientes de viento por la calle.

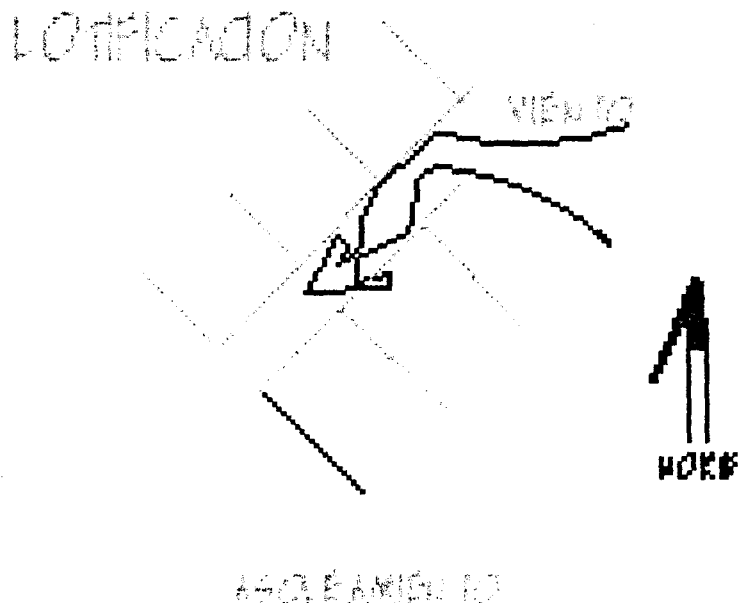


FIGURA 8.2

9.4. DISEÑO PRELIMINAR O ESQUEMÁTICO.

Orientación de la vivienda

Orientación de las superficies verticales con el objetivo de un mejor aprovechamiento energético.

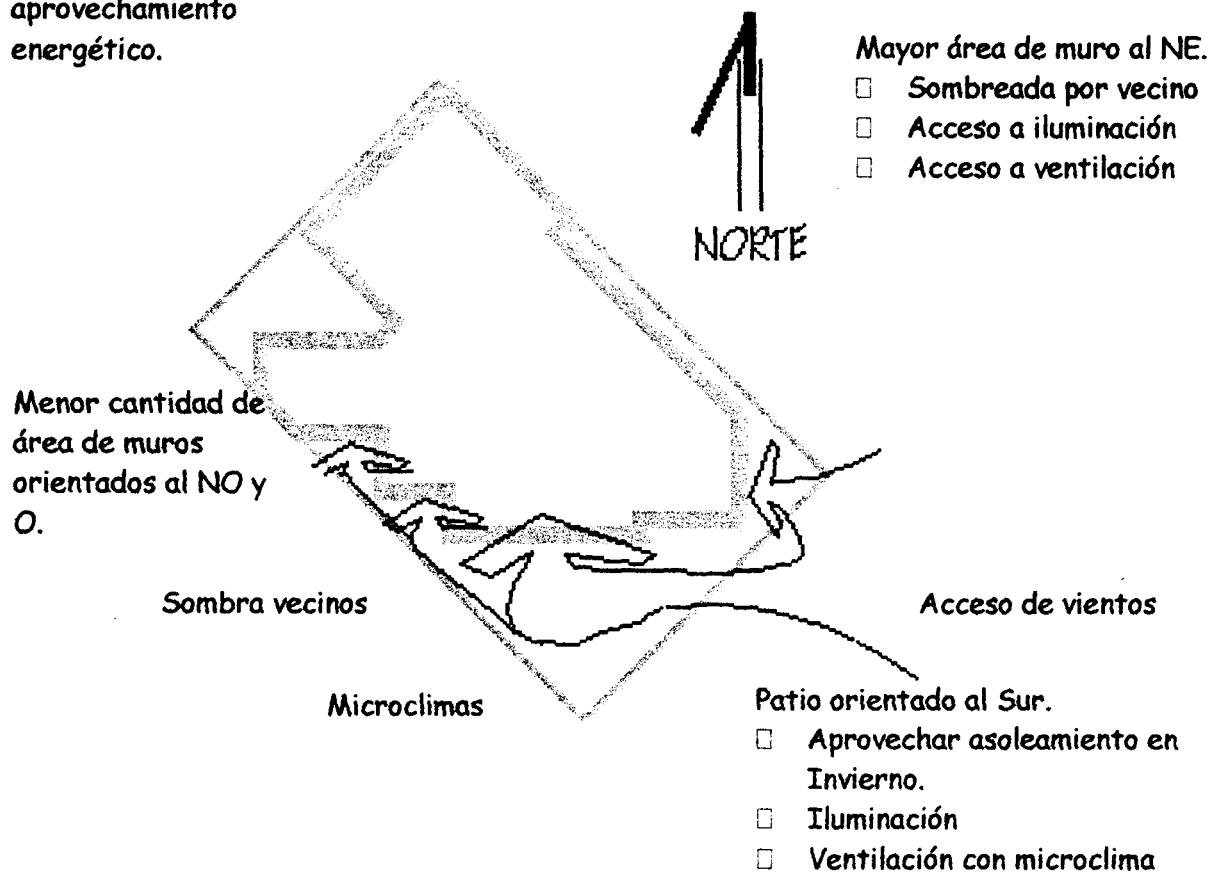
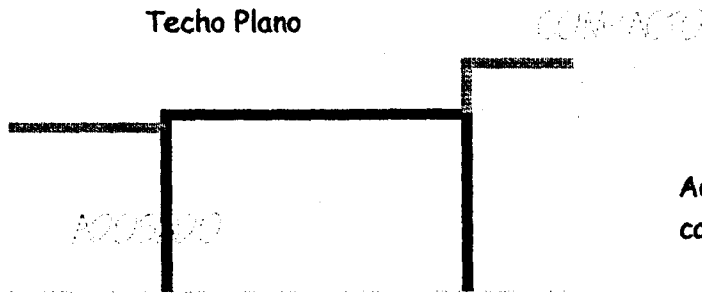


FIGURA 8.3

Forma del edificio

Compacto
Esbelto
Con aberturas al exterior

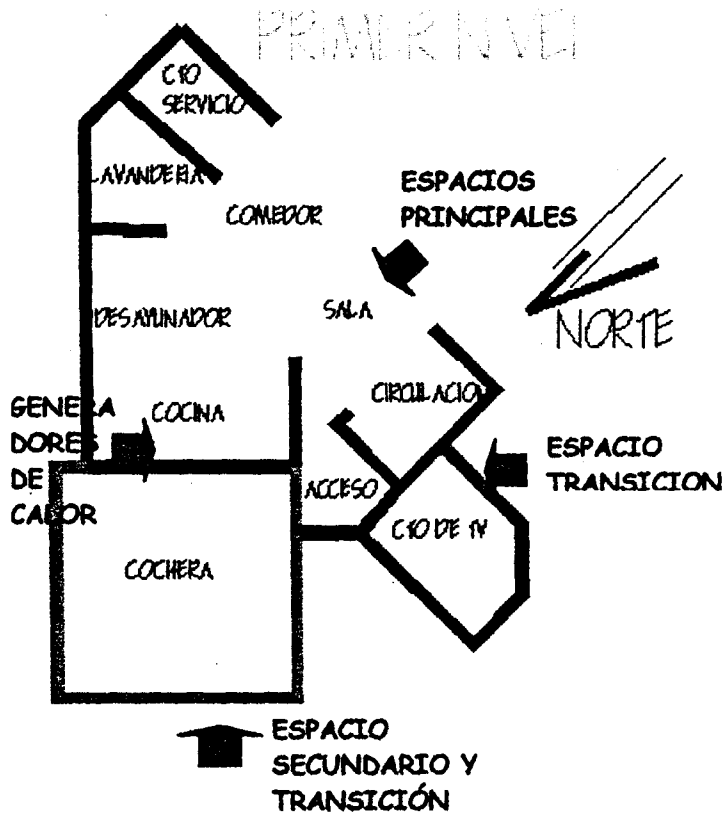


Adosamiento en los muros castigados por asoleamiento

FIGURA 8.4

ESPACIO INTERIOR.

Orientación de espacios interiores



Ocupación diaria.
Primer nivel

FIGURA 8.5

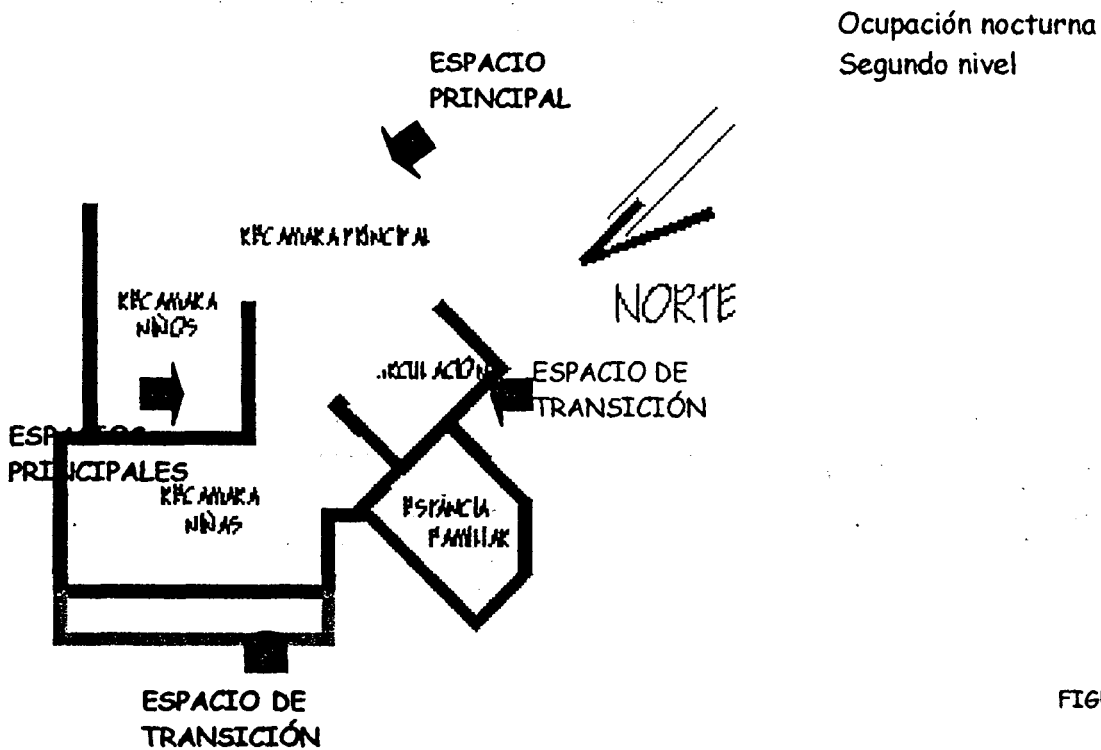


FIGURA 8.6

Las orientaciones, se dispusieron de acuerdo con las recomendaciones en el Capítulo 4 y 7. Esto es; se evaluaron las necesidades funcionales y de confort de los diferentes espacios, tomando en cuenta la mejor disposición permitida por las restricciones del terreno para tratar de optimizar el funcionamiento energético de la vivienda.

- Los espacios con mayor requerimientos de confort se ubicaron al sur y este
- Los espacios generadores de calor al norte
- División de los espacios internos según su uso : diurno y nocturno
- Los espacios secundarios o de poco confort se ubican al norte y oeste
- Uso de espacios de transición
- Baja compartición en primer nivel
- Espacios dispuestos alrededor de las ventanas (iluminación) y alargados en el sentido de las ventanas.
- Espacio alto (escalera y recamara niñas) para favorecer la estratificación

En las figuras siguientes se pueden visualizar el conjunto de elementos arquitectónicos en el proyecto habitacional, algunos previamente mencionados y otros por mencionar más a detalle. Esto nos demuestra lo fácil de la práctica del diseño con calidad.

PRIMER NIVEL.

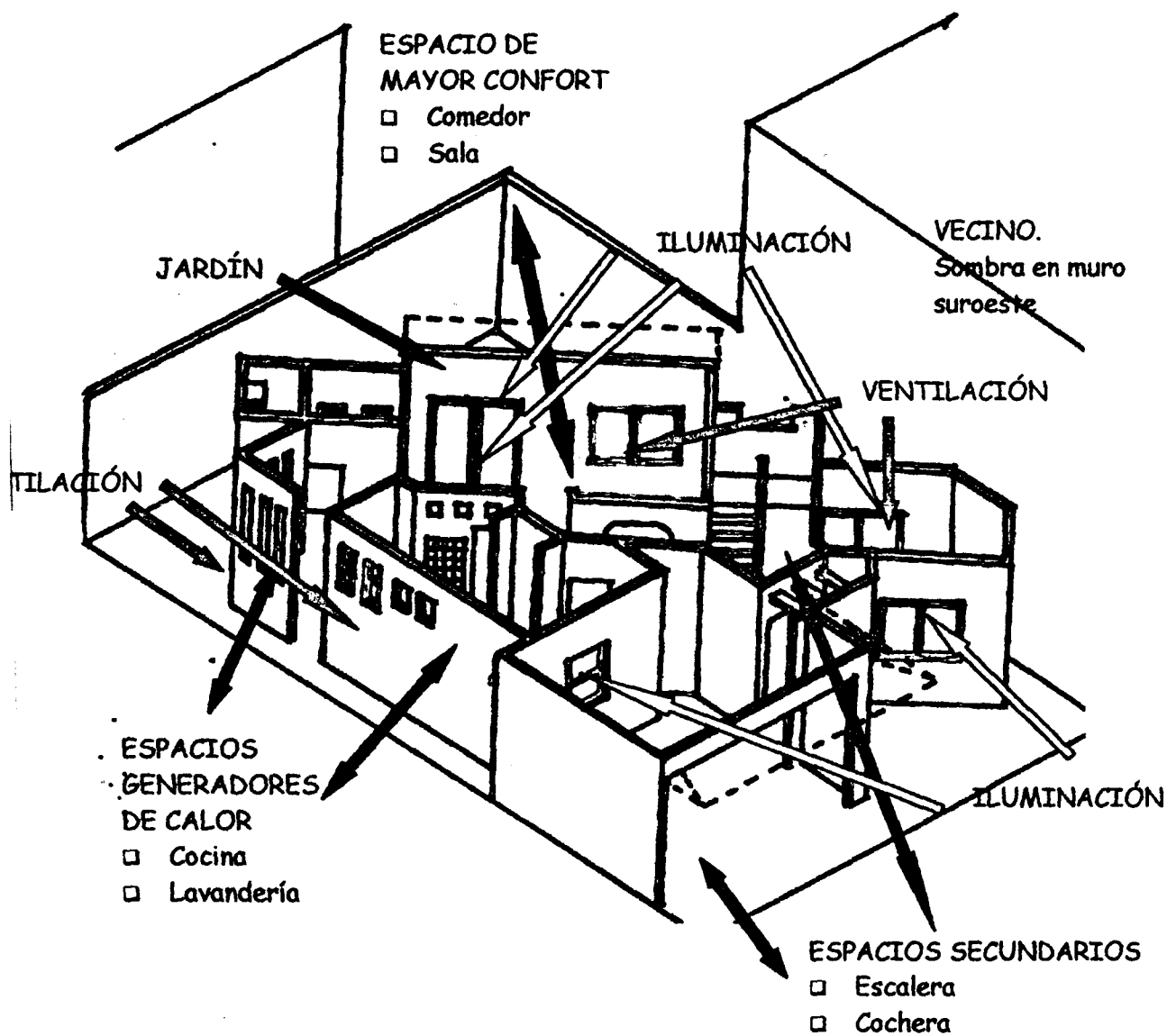


FIGURA 8.7

SEGUNDO NIVEL

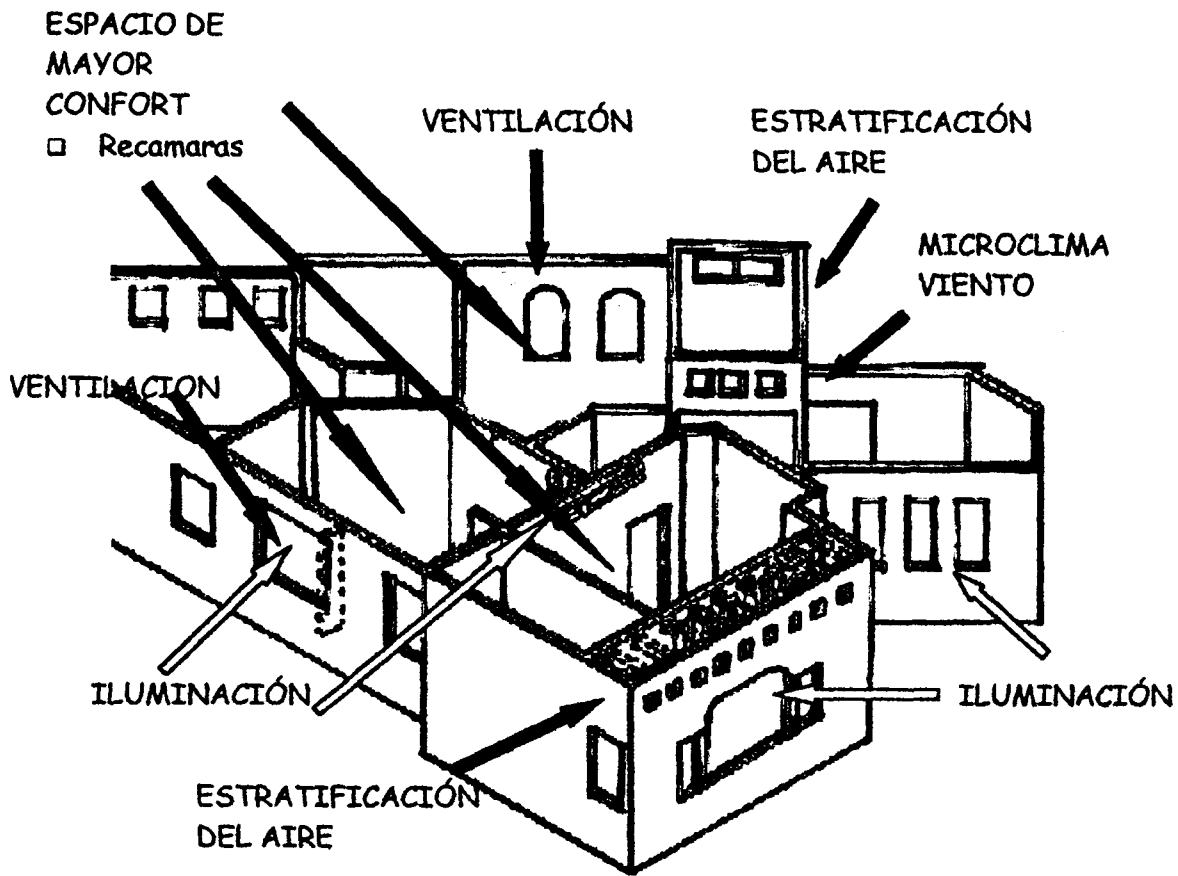


FIGURA 8.8

La disposición espacial se hizo de la siguiente manera:

PRIMER NIVEL

- 1] La Cochera esta orientada al Norte. Es un espacio de captación solar en verano y sin ganancias de calor en invierno; además en esta orientación, en el terreno se da por

efecto del microclima, la acción de fuertes vientos y este espacio nos protege de las pérdidas de calor por convección en épocas invernales.

- La Cocina esta orientada al noreste, en el primer nivel, debido a la sombra que nos proporcionan los vecinos, se recibe muy poca radiación solar, por esto esta ubicación es importante, para evitar mayores ganancias de calor a las generadas dentro del espacio en verano y en invierno contribuir al aumento de la temperatura en esta zona fría de la casa habitación.
- El cuarto de estudio (cuarto multiusos), se ubica al noroeste. Esta área tiene planeado un uso diurno principalmente, y baja utilización por lo que la ubicación en esta orientación no afecta en gran medida al confort en esta zona en verano, debido a que el calentamiento se produce en la tarde, hora en la que el uso planeado es todavía menor. Con el fresco de la noche, se transmiten las cargas de calor del interior al exterior, bajando el nivel de la temperatura para el inicio del nuevo día.
- El comedor y la sala, son los cuartos en que se desea un mayor confort en el primer nivel, por esto se le da forma a la casa, para aprovechar las mejores condiciones del ambiente, ubicándose en la orientación sur. Para que en verano con arbolización y un adecuado diseño de volados, se pueda bloquear la radiación solar del mediodía, y con los muros altos de los vecinos, se bloquea el asoleamiento vespertino, en invierno con el apropiado uso de acristalamiento, se permita el acceso de la radiación, para calentamiento, y con las pantallas formadas por los muros de la casa vecina, y las propias diferencias de presión, se facilite el acceso de ventilación.

SEGUNDO NIVEL.

Las recamaras son los espacios en que se busca un mayor nivel de confort, es por esto que se estudia su ubicación, para poder lograr el mayor nivel de confort posible, se toman en cuenta los requerimientos de espacio del cliente, las restricciones del terreno, funcionalidad, economía, así como otras decisiones importantes relacionadas directamente con la actividad del arquitecto sin estar relacionadas directamente con el bioclimatismo, pero que no se deben aislar en la práctica

- La recamara principal, se ubica al sur para lograr los beneficios de esta orientación, los muros orientados a la radiación más directa, muros este y oeste, se evitan con los espacios de transición: vestidor y escalera.
- La recamara de niños y niñas se ubican en las áreas más benéficas que el espacio y funcionalidad nos permiten al este y noreste. Posteriormente en elementos del edificio se propondrán otras soluciones arquitectónicas o alternativas, para mejorar las condiciones de estos espacios.

- La estancia familiar se ubica al noroeste. Esta área es de menor utilización que las recamaras, y de menor importancia por lo que se ubica en la zona más castigada de este nivel. Sin embargo se rota este espacio de manera de disminuir la mayor cantidad de área expuesta a la radiación vespertina, las demás áreas se encuentran sombreadas por los vecinos y además en esta área con el microclima de viento generado y con pantallas interiores en las ventanas, se podrá lograr el nivel de confort deseado.

Uso de espacios de transición.

Se hace uso de los espacios de menor importancia y poca ocupación, así como se desarrollan otros, para ubicarse como transición, entre condiciones del clima exterior y habitaciones o espacios en que se requiere un cierto nivel de confort.

- En la recamara niñas, se dispone un balcón en la fachada noroeste y el closet en la suroeste, como espacio intermedio entre las fuertes radiaciones solares en verano, el balcón por otra parte sirve para permitir el acceso de iluminación natural a la habitación y además para reducir el factor del diferencial de temperatura entre el interior y exterior, induciéndose un efecto chimenea, que se comentará posteriormente.
- En la recamara principal se disponen el baño, closet y escalera, de manera que protegan los muros de la radiación matutina y vespertina, más directa que incide sobre los muros de la recamara.

Compartición Interior

Por las restricciones del terreno, y la forma de la casa habitación, en el primer nivel en los espacios centrales (pasillo y cocina) tenemos que resolver el bajo nivel de iluminación que existe, para esto se hace uso de una baja compartición entre el comedor, sala, pasillo y la cocina.

Geometría de espacio interior

Las profundidades de los cuartos se mantienen en el nivel de 2.5 la altura de las ventanas.

Localización y el tipo de superficies acristaladas

La localización de las ventanas se realiza con el fin de acceso a iluminación y ventilación (cruzada y efecto chimenea), teniendo cuidado del acceso de radiación en verano y la captación solar en invierno (ver figura 8.9 y 8.10).

PRIMER NIVEL

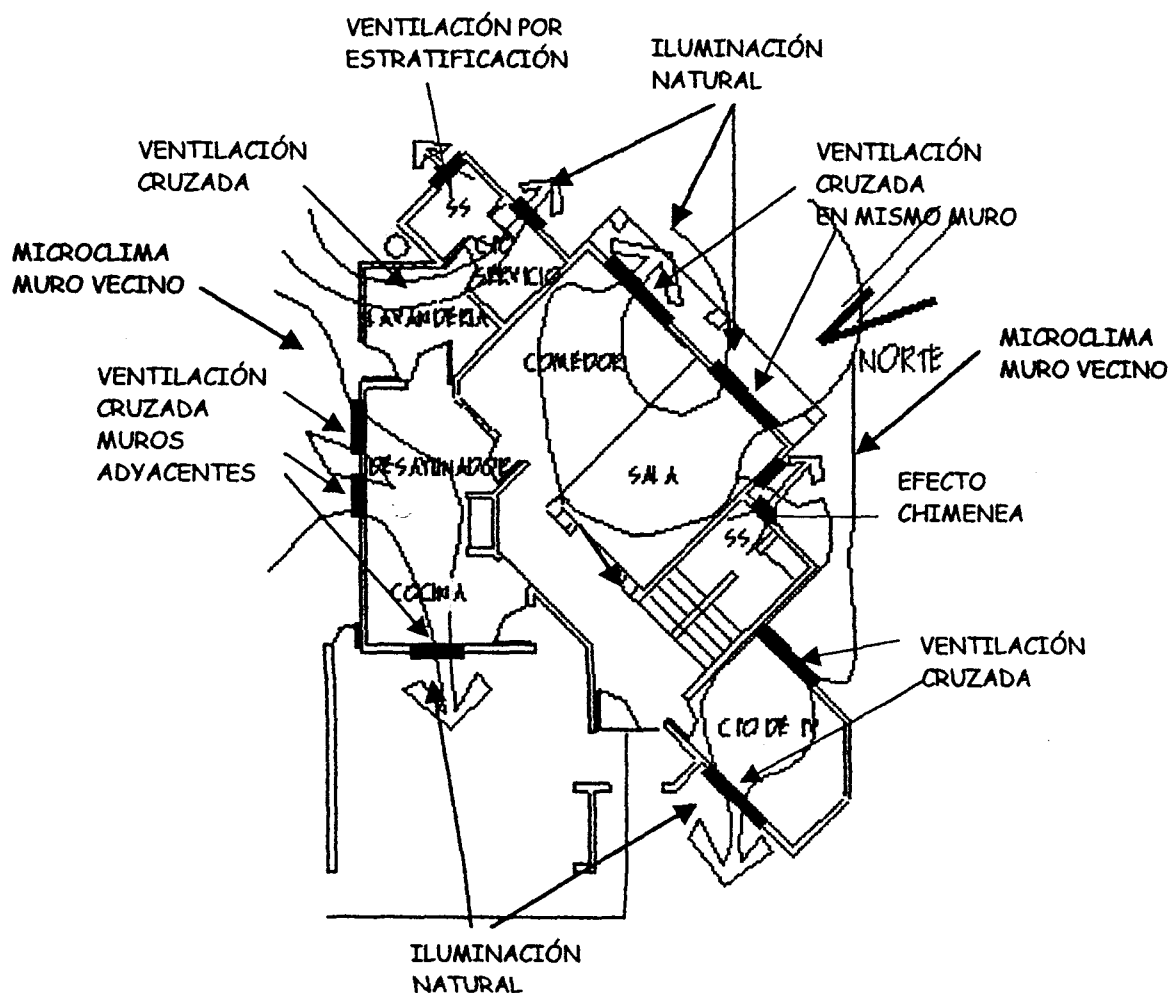


FIGURA 8.9

SEGUNDO NIVEL

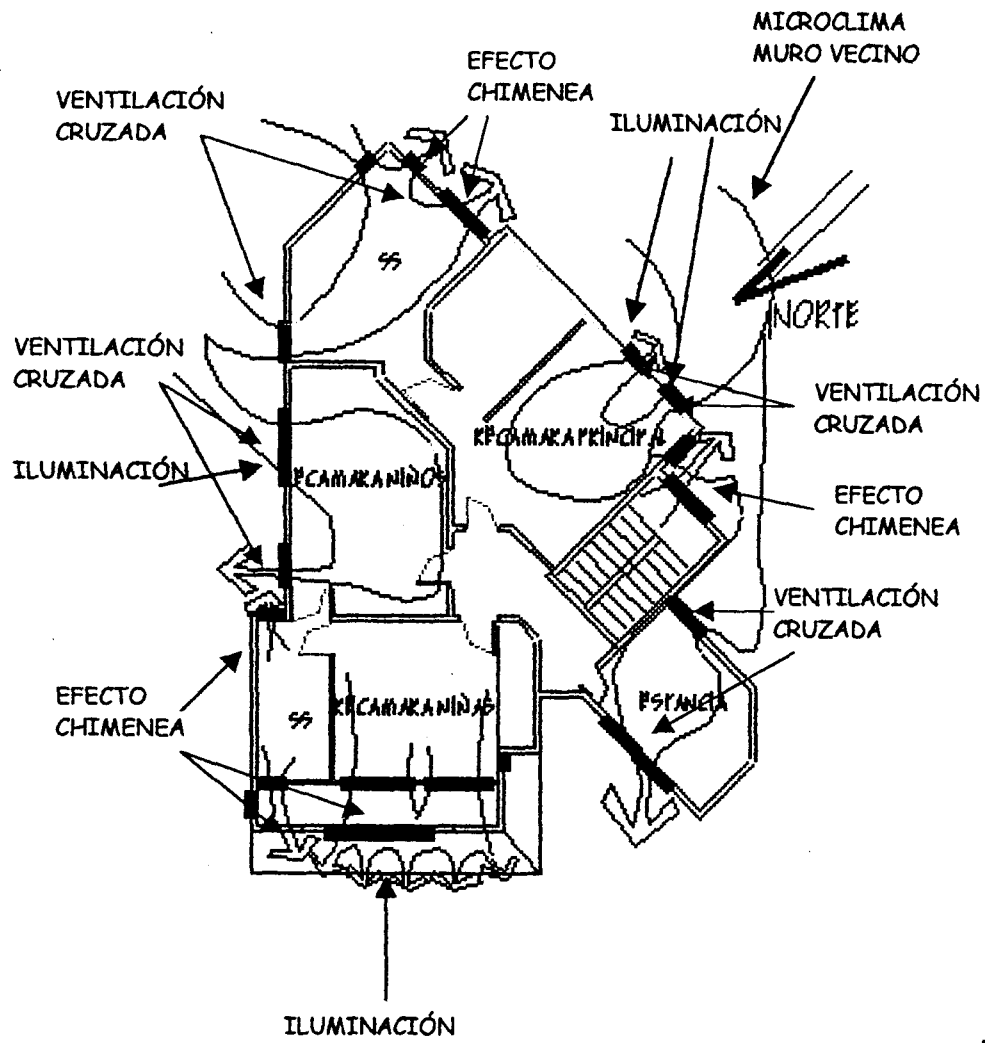


FIGURA 8.10

Ventilación

La ventilación en la casa habitación se induce de varias formas: creando microclimas, por ventilación cruzada, estratificación del aire (efecto chimenea), efecto de venturi (microclima) (Ver figuras 8.9, 8.10)

NOTA: Los flujos de viento o ventilación o efectos que aquí se indican, han sido corroborados en la obra.

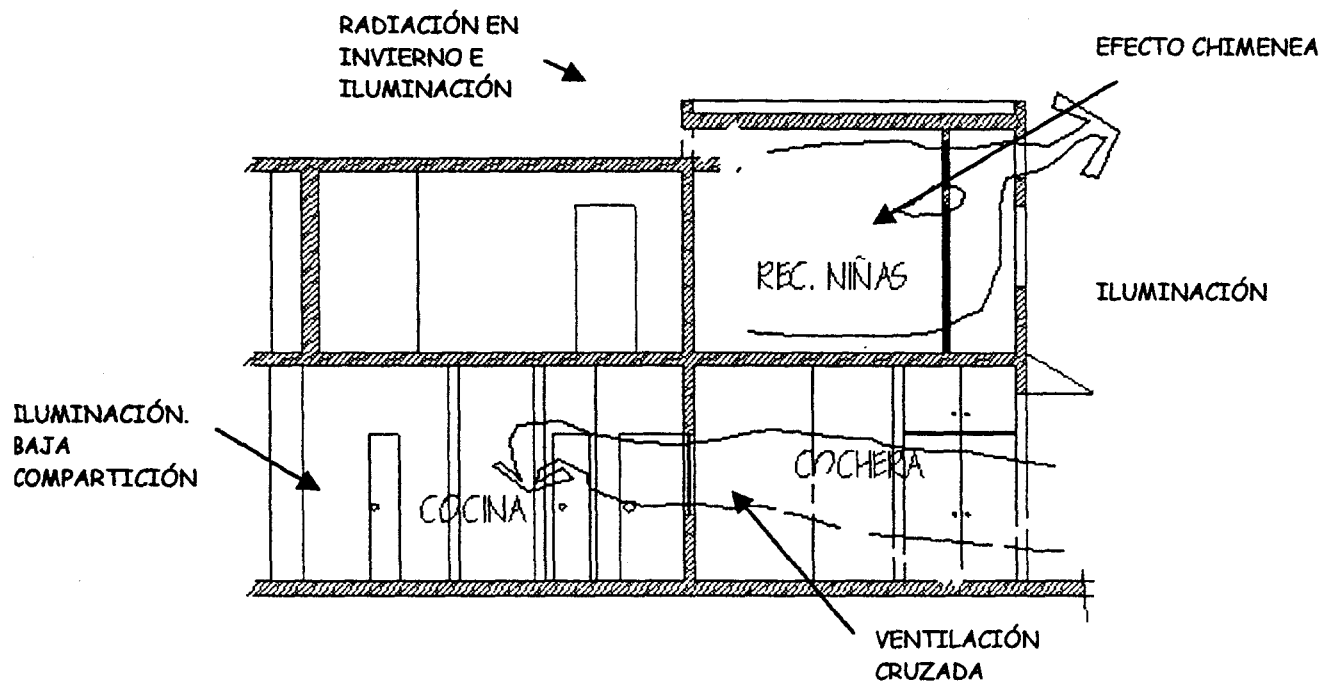
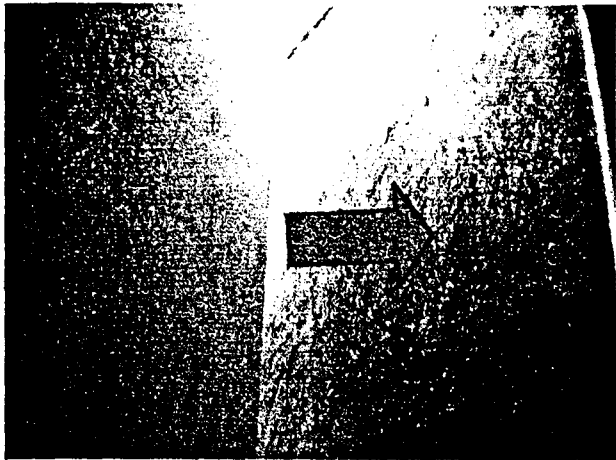


FIGURA 8.11



FOTOGRAFÍA 8E.
Microclima generado
por los muros en
ventanas de
ESTANCIA y TV.

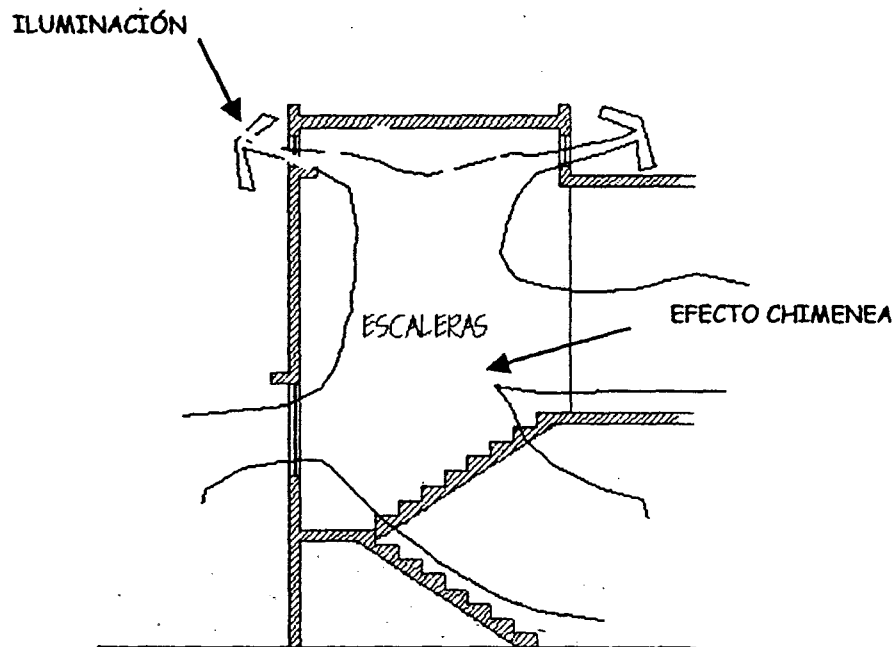


FIGURA 8.12

8.5. ANTEPROYECTO.

Una vez, que fué aprobado por el cliente el diseño esquemático, en base a los parámetros anteriores, se hizo el análisis más detallado, del proyecto, para proponer condiciones finales, y elementos correctivos, sobre el proyecto general, tales como volados, cambio de dimensión de ventanas si es necesario, ubicación de arboles, tecnología de construcción, aislamientos, acabados finales, etc.

Corección del entorno

Se realiza el estudio de asoleamiento de las diferentes ventanas, y se propone lo siguiente:

Ventanas radiación:

1. Ventanas fachada NE. (primer nivel). Sombreadas totalmente por los muros vecinos.
2. Ventana fachada E (primer nivel). Recibe radiación en la mañana en no más de hora y media los meses de junio, mayo, julio, abril, agosto, marzo y septiembre, entre las 8:00 a 11:00 de la mañana según el mes correspondiente.

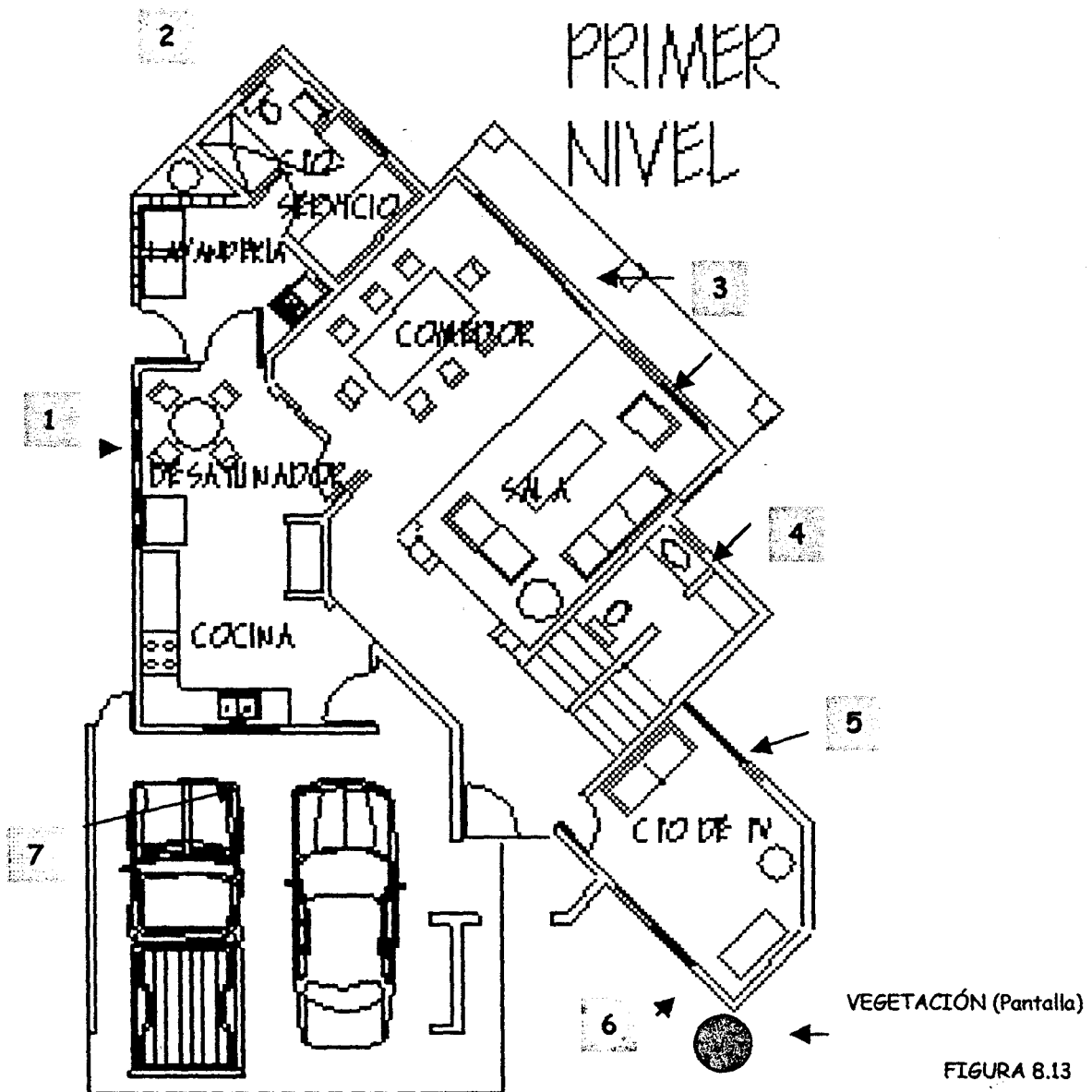


FIGURA 8.13

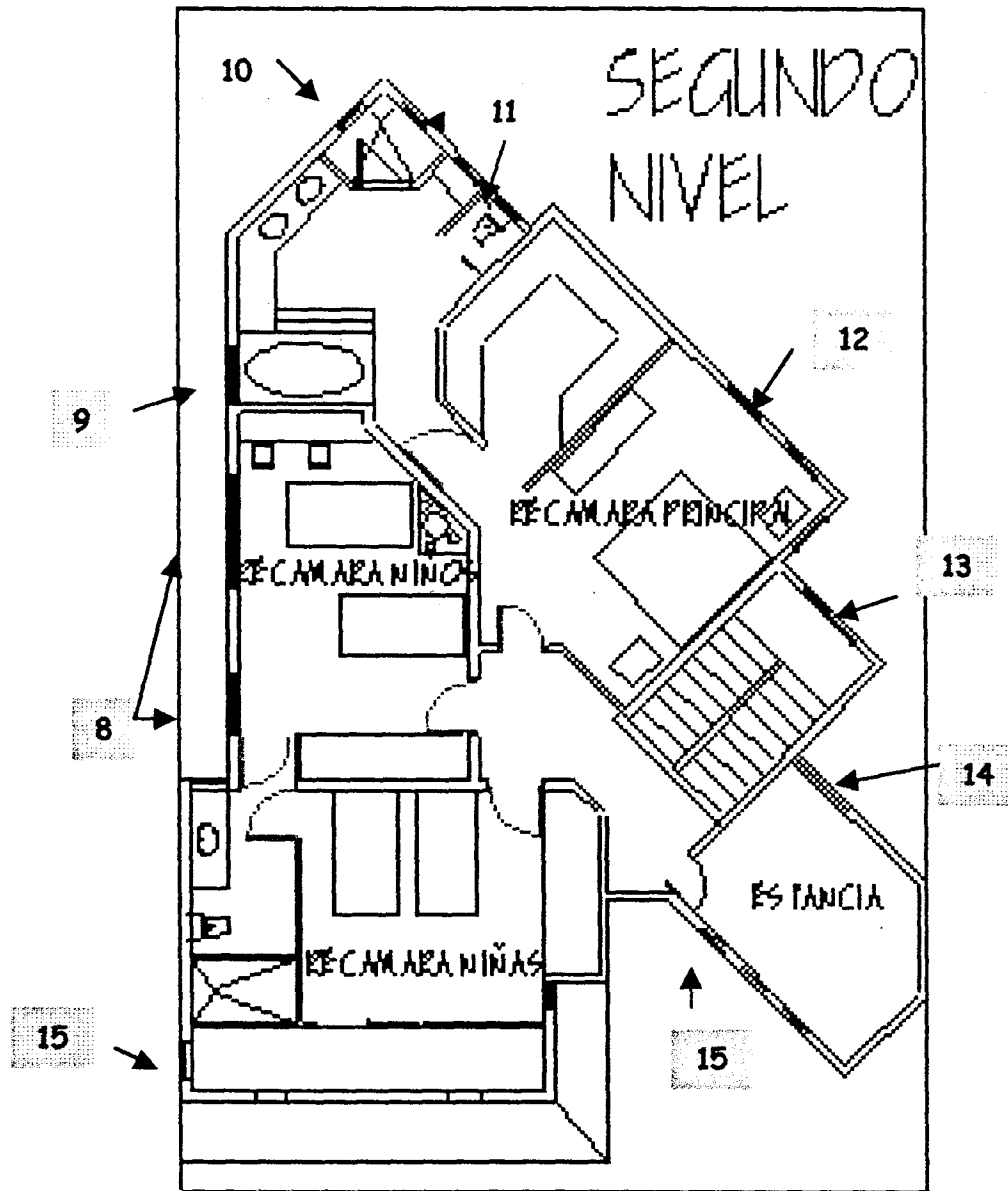


FIGURA 8.14

Ventanas radiación:

3. Ventanas fachada S (primer nivel). Se propone volado, que bloquea el acceso de radiación en los meses de verano, y permite el acceso de radiación de octubre a febrero, proveniente directamente del sur.
4. Ventana fachada S (primer nivel). La radiación es bloqueada por el muro vecino
5. Ventana fachada S (primer nivel). La radiación es bloqueada por el muro vecino

6. Ventana fachada N (primer nivel). Recibe radiación los meses de abril a partir aproximadamente de las 4:00 de la tarde, según el mes. En este caso se propone el uso de vegetación como pantalla.
7. Ventana fachada NO (primer nivel). Totalmente sombreada por la cochera, sirve para ventilación e iluminación.
8. Ventanas fachada NE (segundo nivel). Estas ventanas gracias al sombreado del muro vecino y espesor de muros, permite únicamente radiación no más de hora y media diaria de marzo a septiembre en el rango de 8 a 10 am según corresponda, hora de utilización baja del espacio. En invierno recibe muy poca radiación.
9. Ventana fachada NE (segundo nivel). Con ayuda de espesor del muro no se permite el acceso de radiación solar en verano. Más tampoco en invierno.
10. Ventana fachada E (segundo nivel). Accesa radiación únicamente hasta las 9:00 de la mañana de abril a septiembre en verano y se permite poco acceso en invierno.
11. Ventana fachada S (segundo nivel). Acceso de radiación, 1 hora en la mañana y otra en la tarde de marzo a septiembre, entre 8-9 de la mañana y 3-4 de la tarde. El resto de radiación es bloqueada por los vecinos y por volado propuesto. Acceso de radiación en invierno.
12. Ventana fachada S (segundo nivel). Acceso de radiación muy limitada en verano no más de 30 minutos y permite el acceso de radiación solar en invierno, (dimensión de ventanas, espesor de muros y volado propuesto)
13. Ventana fachada S (segundo nivel). Bloque de radiación solar con volado propuesto y muros de vecinos.
14. Ventana fachada S (segundo nivel). No hay acceso de radiación solar en invierno, es bloqueada por vecinos, y en verano con volado propuesto.
15. Ventanas fachada N (segundo nivel). No hay acceso de radiación solar, con ayuda de las dimensiones de la ventana y espesor de muro.

Uso de volados, espesor del muro, etc.

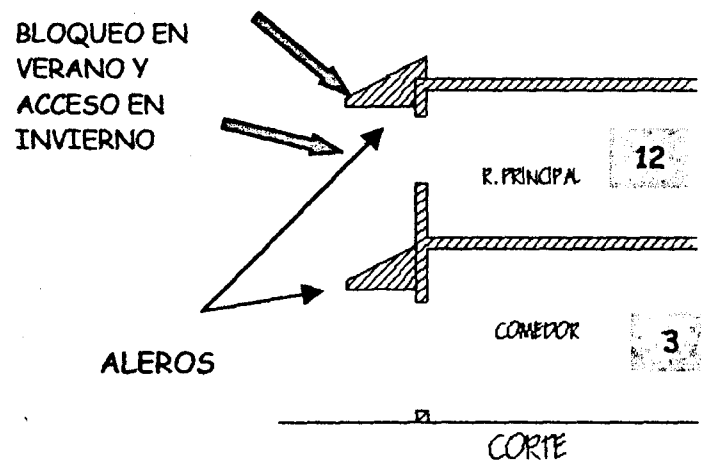


FIGURA B.15

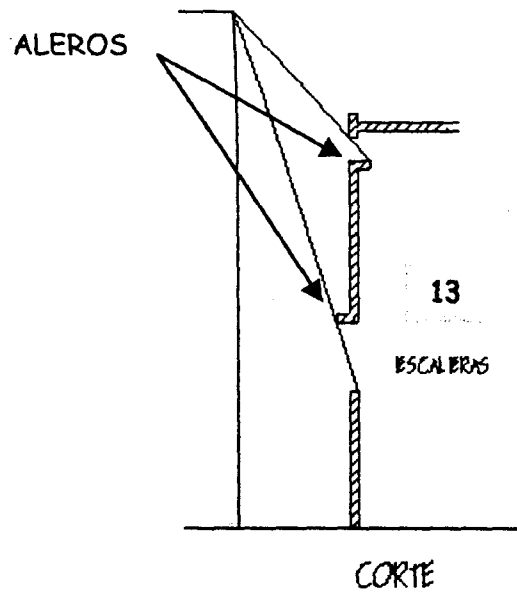


FIGURA 8.16

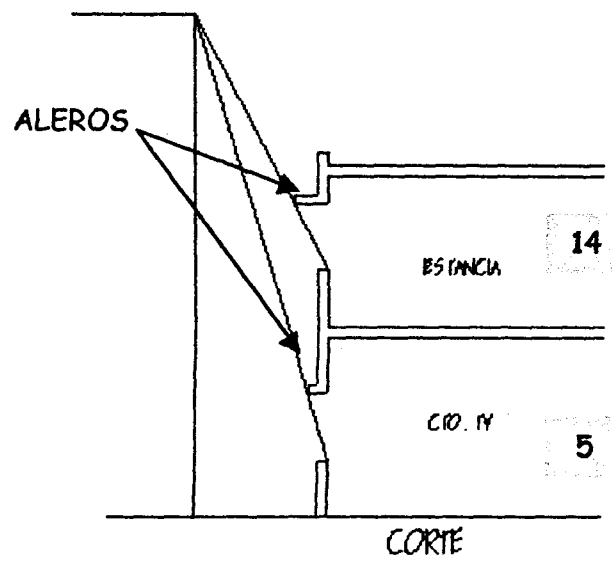


FIGURA 8.17

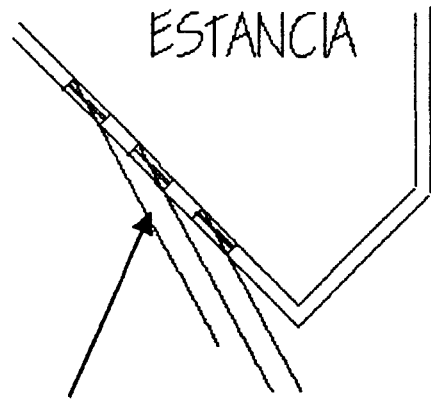


FIGURA 8.18

ESPESOR DE MURO

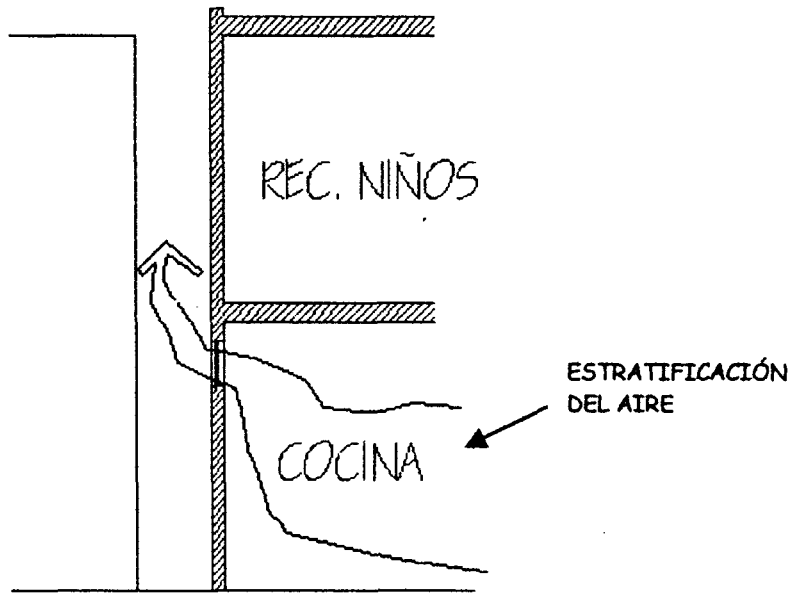


FIGURA 8.19

RECOMENDACIONES DE ARBOLIZACIÓN, SUPERFICIES CON AGUA Y COLOR.

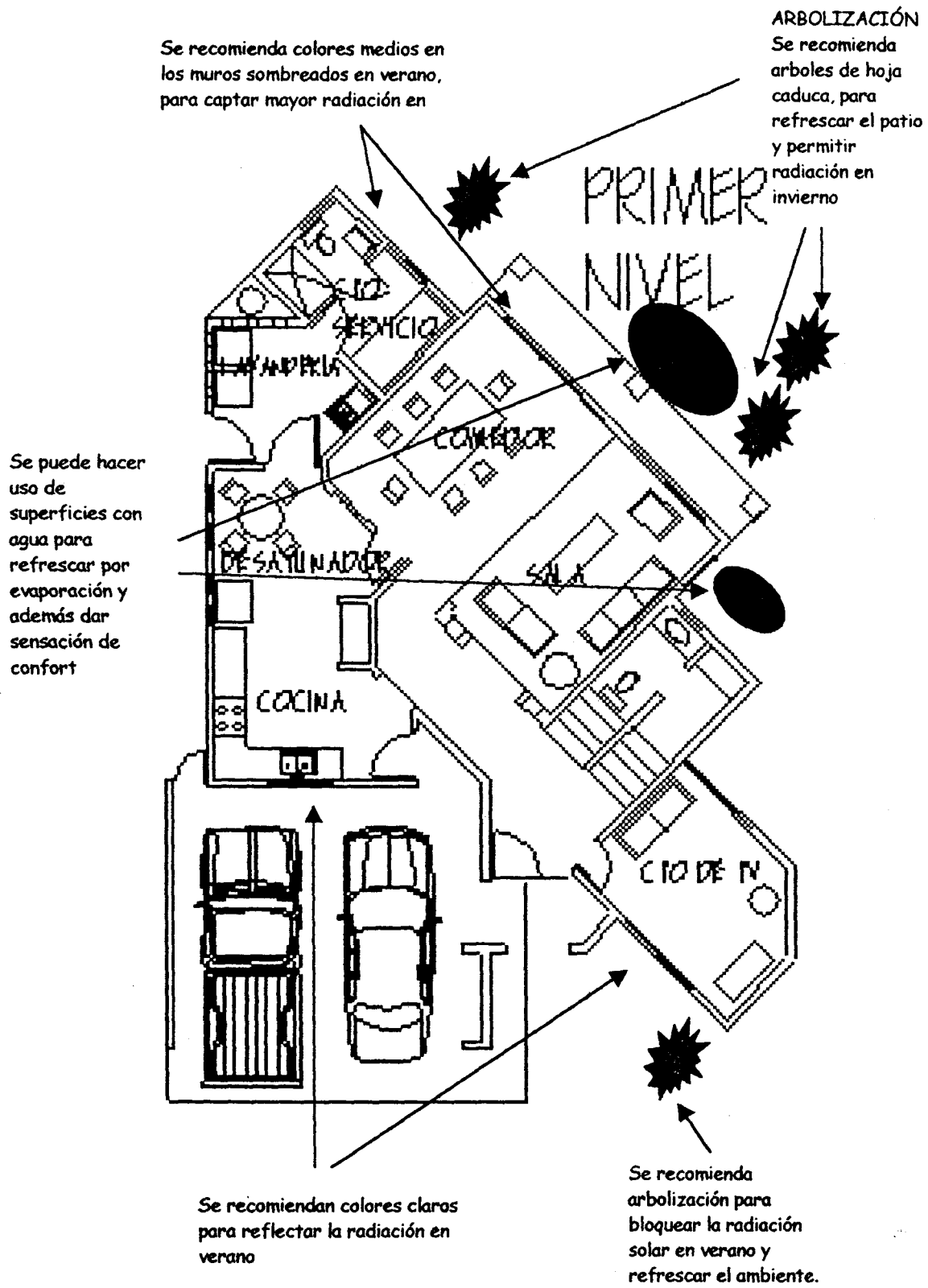


FIGURA 8.20

La tecnología de construcción a usar, se maneja en función del aspecto económico y técnico en conjunto del medio ambiente, además el asilamiento dependerá de la tecnología a utilizar y su coeficiente térmico. Por esto es necesario poder evaluar térmicamente el comportamiento de la vivienda así como económicamente las ventajas que nos brinda cada sistema o alternativa propuesta.

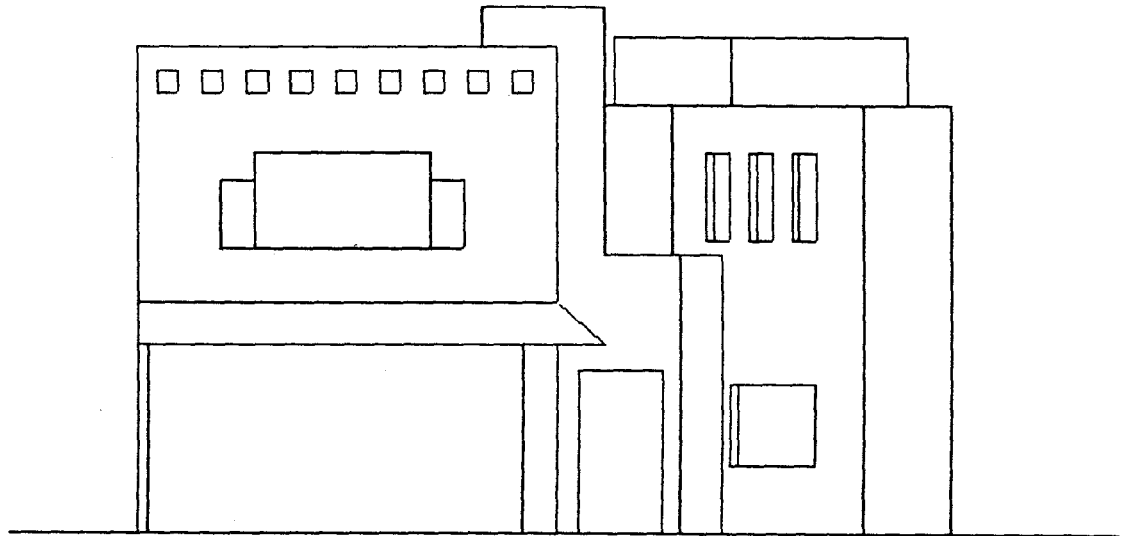
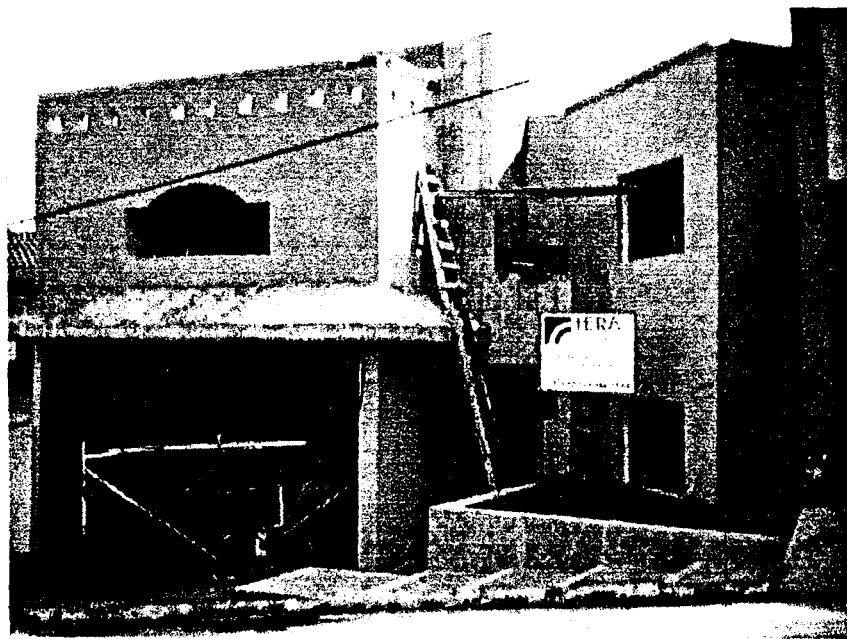


FIGURA 8.21
FACHADA DE CASA HABITACIÓN



FOTOGRAFÍA 8F
FACHADA CASA CLIENTE

8.6 CÁLCULO DE GANANCIAS DE CALOR EN LA CASA HABITACIÓN.

Siguiendo el procedimiento propuesto en el capítulo 7, se puede realizar el cálculo de las ganancias y pérdidas de calor en la vivienda. Hay que tomar en cuenta que son condiciones promedio, sobre las cuales se está tomando los parámetros para éste cálculo. Como ejemplo, se realiza el cálculo térmico de la vivienda, en el mes de julio, el mes con clima más crítico en el periodo del día en que se tienen ganancias de calor, de 6 am a 6 pm.

8.6.1. GANANCIAS POR CONDUCCIÓN EN MUROS Y PUERTAS.

Para el cálculo del comportamiento térmico, se consideró el sistema tradicional con muros de block de concreto y sin aislamiento, ya que es el más utilizado actualmente, los muros sombreados, la radiación disponible, vientos, ventilación, infiltración, ganancias por ocupación, iluminación y equipo será la misma, para evaluar la implementación de otro sistema únicamente habrá que considerar su resistividad térmica.

Cálculo de los valores de k para muros, losas y puertas:

MUROS (emisividad 0.6)			
MATERIAL	ESPESOR	CONDUCTIVIDAD	RESISTENCIA
APLANADO EXTERIOR	0.0200	0.6300	0.0317
BLOCK DE CONCRETO 15 CM	0.1500	1.4300	0.1049
APLANADO INTERIOR YESO	0.0200	0.3720	0.0538
CONDUCTANCIA INTERIOR (hi)	1.0000	8.1300	0.1230
CONDUCTANCIA EXTERIOR (he)	1.0000	19.1000	0.0524
RESISTENCIA (R)			0.3658
			K
			2.734

TABLA 8.1.

TECHO (emisividad 0.6)			
MATERIAL	ESPESOR	CONDUCTIVIDAD	RESISTENCIA
CONDUCTANCIA EXTERIOR (he)	1.0000	19.1000	0.0524
LOSA	0.1500	1.8000	0.0833
IMPERMEABILIZANTE	0.0050	0.4300	0.0116
LECHADA	0.0100	0.8720	0.0115
APLANADO INTERIOR	0.0200	0.4600	0.0435
CONDUCTANCIA INTERIOR (hi)	1.0000	6.6300	0.1508
RESISTENCIA (R)			0.3531
			K
			2.832

TABLA 8.2

PUERTAS (emisividad 0.6)			
MATERIAL	ESPESOR	CONDUCTIVIDAD	RESISTENCIA
CONDUCTANCIA EXTERIOR (he)	1.0000	19.1000	0.0524
TRIPLAY	0.0060	0.1150	0.0520
ESPACIO DE AIRE	0.0370	0.2418	0.1530
CONDUCTANCIA INTERIOR (hi)	1.0000	8.1300	0.1230
RESISTENCIA (R)			0.3804
K			2.629

TABLA 8.3

Ganancias Térmicas:

GANANCIAS TÉRMICAS MUROS Y LOSA									
HORA	N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	LOSA
6	313.37	1222.81	311.72	500.13	1269.46	651.25	37.42	278.49	2416.26
7	313.37	1222.81	431.96	500.13	1331.1	651.25	40.23	278.49	3460
8	339.26	1222.81	623.87	500.13	1402.12	651.25	43.98	278.49	4561.08
9	384.05	1222.81	809.76	500.13	1485.27	651.25	46.8	278.49	6071.24
10	313.37	1222.81	862.61	500.13	1557.91	651.25	59.98	278.49	7501.12
11	313.37	1222.81	740.19	500.13	2217.67	651.25	57.85	278.49	8525.74
12	313.37	1222.81	547.49	878.41	1235.14	651.25	71.34	278.49	9305.67
1	313.37	1222.81	311.72	1187.58	1235.14	651.25	36.84	380.99	8525.74
2	313.37	1222.81	311.72	724.58	1235.14	651.25	36.84	399.68	7501.12
3	473.48	1222.81	311.72	603.18	1235.14	651.25	36.84	344.89	6071.24
4	463.22	1222.81	311.72	510.24	1235.14	651.25	36.84	361.6	4561.08
5	455.24	1222.81	311.72	500.13	1235.14	651.25	36.84	326.34	3460
6	381.74	1222.81	311.72	500.13	1235.14	651.25	36.84	279.06	2416.26

TABLA 8.4

En éste calculo de consideraron valores representativos:

- La tint se obtuvo de la carta bioclimática y se considera de 25 grados C
- Se tomo como text, la temperatura media promedio en el mes
- La velocidad del viento de 2.6 m/s, representativa del mes de julio
- Las datos de radiación Apéndice C
- Ver planos de casa habitación Apéndice E.

GANANCIAS PUERTAS			
HORA	N	NO	SO
6	54.1	25.46	26.64
7	54.1	25.46	26.64
8	54.1	25.46	26.64
9	54.1	25.46	26.64
10	54.1	25.46	26.64
11	54.1	25.46	26.64
12	54.1	25.46	26.64
1	54.1	25.46	26.64
2	54.1	25.46	26.64
3	54.1	25.46	26.64
4	54.1	25.46	26.64
5	54.1	25.46	26.64
6	54.1	25.46	26.64

TABLA 8.5

8.6.2. GANANCIA POR VENTANAS

Valor de k:

VENTANA (emisividad 0.6)			
MATERIAL	ESESOR	CONDUCTIVIDAD	RESISTENCIA
VIDRIO SENCILLO	0.0040	0.9300	0.0043
CONDUCTANCIA INTERIOR (hi)	1.0000	8.1900	0.1290
CONDUCTANCIA EXTERIOR (he)	1.0000	19.1000	0.0524
RESISTENCIA (R)			0.1797
			K
			5.565

TABLA 8.6

Ganancias Térmicas:

GANANCIAS TÉRMICAS VENTANAS								
HORA	N	S	E	O	NE	NO	SE	SO
6	121.1	491.86	29.69	55.09	192.83	181.5	10.71	14.69
7	121.1	491.86	120.29	55.09	455.27	181.5	10.71	14.69
8	310.14	491.86	141.69	55.09	959.87	181.5	10.71	14.69
9	373.21	491.86	450	55.09	1520.3	181.5	10.71	14.69
10	121.21	491.86	422.38	55.09	1263.61	181.5	139.22	14.69
11	121.21	491.86	29.69	55.09	192.83	181.5	10.71	14.69
12	121.21	491.86	29.69	55.09	192.83	181.5	10.71	14.69
1	121.21	491.86	29.69	55.09	192.83	181.5	10.71	14.69
2	121.21	491.86	29.69	840.47	192.83	181.5	10.71	159.27
3	272.41	491.86	29.69	895.71	192.83	181.5	10.71	14.69
4	319.58	491.86	29.69	431.41	192.83	181.5	10.71	14.69
5	380.12	491.86	29.69	359.51	192.83	181.5	10.71	14.69
6	291.61	491.86	29.69	55.09	192.83	181.5	10.71	14.69

TABLA 8.7

Nota: Al realizar el cálculo de las ventanas, un factor muy importante es la disminución de ganancias de calor, debido al sombreado de ventanas a través de pantallas o la misma orientación de la vivienda.

8.6.3. PÉRDIDAS POR CONDUCCIÓN EN PISO

PÉRDIDA POR PISOS			
F2	ΔT	P	Q
1.4	5.5	10.14	78.078

TABLA 8.8

F2 = 1.4 . Firme de concreto sin aislar (ASHRAE)

El piso, realiza una pequeña contribución en regresar al ambiente las ganancias caloríficas, adquiridas por los muros.

8.6.4. GANANCIA Y PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN

El cálculo de las ganancias a través de las aberturas de la vivienda.

GANANCIAS POR INFILTRACIÓN							
ESPACIO	ahc	V	ΔT	h	n	coef	Q
COCINA	0.29	52.2	5.5	0.15	1	1.16	14.4871
CTO SERVICIO	0.29	15.66	5.5	0.15	1	1.16	4.34612
COMEDOR SALA	0.29	87	5.5	0.15	1	1.16	24.1451
ESCALERA	0.29	50.82	5.5	0.15	1	1.16	14.1041
CTO TV	0.29	34.8	5.5	0.15	1	1.16	9.65804
ACCESO	0.29	26.1	5.5	0.15	0.66	1.16	4.78073
RECAMARA NIÑAS	0.29	79.2	5.5	0.15	1	1.16	21.9804
RECAMARA NIÑOS	0.29	62.64	5.5	0.15	0.66	1.16	11.4738
RECAMARA PRINCIPAL	0.29	48.72	5.5	0.15	0.66	1.16	8.92403
SS RECAMARA PRINCIPAL	0.29	35.52	5.5	0.15	1	1.16	9.85787
ESTANCIA FAMILIAR	0.29	34.8	5.5	0.15	1	1.16	9.65804
							133.4152

TABLA 8.9

8.6.5. GANANCIAS INTERNAS

Equipo y aparatos.

De la tabla 7.9 del capítulo 7, tomamos el valor promedio de ganancias caloríficas para Casa habitación unifamiliar:

$$6.30 \text{ W/m}^2 * 270 \text{ m}^2 = 1701 \text{ W. (NOTA: en horas pico)}$$

Ocupación

Considerando 5 personas

3 realizando una actividad ligera: $3 * 150\text{W} = 450\text{W}$ ** (datos de tabla 7.8)

2 en descanso : $2 * 115\text{W} = 230\text{W}$

$$\text{TOTAL} = 680 \text{ W}$$

Iluminación

Considerando 19 focos incandescentes de 60 W con un factor de uso de 50% y un factor especial permisible de 1 (ASHRAE).

$$19.0 * 60.0 * 0.5 * 1.0 = 570 \text{ W}$$

Total de ganancias internas:

$$1701.0 + 680.0 + 570.0 = 2951 \text{ W}$$

8.6.6. PÉRDIDA POR VENTILACIÓN

En las tablas 8.10 Y 8.11, se calcula el flujo de aire por ventilación cruzada y estratificación, que se inducen en diferentes áreas de la casa habitación. Así como el calor que puede ser removido por la acción del aire.

Este cálculo es considerando una velocidad del viento de 2.6 m/2, más esta velocidad varía, dependiendo la hora y día.

Se calcula por áreas debido a que no sabemos, la cantidad de ventanas que estarán abiertas en una hora determinada.

ESPACIO	FLUJO DE AIRE DESIDO A VIENTOS					PÉRDIDA DE CALOR		
	1000	E	A	V	Q	1.23	ΔT	Qrem
COCINA	1000	0.25	0.72	2.6	468	1.23	5.5	3166.02
SALA-COMEDOR	1000	0.35	2.20	2.6	2002	1.23	5.5	13543.53
CTO SERVICIO	1000	0.25	0.60	2.6	390	1.23	5.5	2638.35
CTO TV	1000	0.35	1.08	2.6	982.8	1.23	5.5	6648.642
RECAMARA PRINCIPAL	1000	0.35	0.42	2.6	382.2	1.23	5.5	2585.583
SS. R. PRINCIPAL	1000	0.60	0.38	2.6	585	1.23	5.5	3957.525
RECAMARA NIÑOS	1000	0.35	0.60	2.6	546	1.23	5.5	3693.69
ESTANCIA	1000	0.35	0.90	2.6	819	1.23	5.5	5540.535

TABLA 8.10

	FLUJO DE AIRE POR ESTRATIFICACIÓN					PÉRDIDA DE CALOR			
	116	A	h	text	to	Q	1.23	ΔT	Qrem
SS CTO SERVICIO	116	0.36	1.2	30.5	27	171.16	1.23	5.5	1157.897
ESCALERA	116	0.75	4.05	30.5	29	428.86	1.23	5.5	2901.238
RECAMARA NIÑAS	116	0.506	2.9	30.5	26	424.49	1.23	5.5	2871.675

TABLA 8.11

8.6.7. COMENTARIOS DEL CÁLCULO TÉRMICO

En la tabla 8.12, se resumieron los cálculos de ganancias y pérdidas de calor, en la vivienda, se separan las ganancias y pérdidas por muros, losa, ventanas y piso de las pérdidas por estratificación y ventilación, para visualizar las ventajas de la ventilación en cualquier proyecto.

Si observamos en el apéndice D, el cálculo de las ganancias por ventanas, se puede ver que las ganancias térmicas obtenidas a través de las ventanas es mínima, ya que al estar sombreadas o limitar el área ubicada a las zonas castigadas por asoleamiento no deseado, nos disminuye considerablemente las cargas térmicas adquiridas. Y si se itera, suponiendo algunas de las ventanas en los cuales se propuso sombreado se observará la gran cantidad de ganancia térmica que es posible adquirir, sin un diseño bien analizado. Lo mismo sucede con las áreas de muro, si al desarrollar el diseño esquemático se hubiera propuesto una gran área de muro al oeste o noroeste, las cargas térmicas en la misma área de proyecto construido, se elevarían notablemente.

La casa tiene un alto grado de ventilación, tanto cruzada como por efectos mecánicos, al calcular las pérdidas posibles con la ventilación a su nivel óptimo en la casa habitación, supera muchísimo los requerimientos para remover las ganancias térmicas adquiridas. (tabla 8.12). Para evitar esto; si es que se desea; se puede realizar el cálculo de las necesidades de área mínima para ventilación. Este cálculo se puede realizar con la misma fórmula para el cálculo del calor removido, pero sustituyendo este valor con el calor que se desea remover, y suponer condiciones que consideremos semejantes para el cálculo de las ganancias térmicas posibles (ejem: 10% de ventanería sobre el total de m2, etc).

$$M = \frac{Q}{1.23 * \Delta T}$$

El producto de ésta fórmula será el flujo del aire (julio/seg), para obtener el área se substituye en la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Q}{1000 EV}$$

HORA	GANANCIAS Y PERDIDAS	
	POR MUROS, LOSA, VENTANAS Y PISO	PÉRDIDAS POR ESTRATIFICACIÓN
6	10.009.92	6930.00
7	11591.39	6930.00
8	13700.08	6930.00
9	17659.7	6930.00
10	18749.77	6930.00
11	18717.62	6930.00
12	18714.09	6930.00
1	18075.56	6930.00
2	17536.59	6930.00
3	16152.49	6930.00
4	12937.71	6930.00
5	11771.92	6930.00
6	10214.47	6930.00

TABLA 8.12

El calcular el área mínima para ventilación, en algunos proyectos es de mucha importancia, ya que no debemos olvidar, que una de las principales fuentes a través de la cual entra radiación y con esto calor a la vivienda, es a través de las ventanas. En el caso del proyecto aquí desarrollado, se optó por dejar la vivienda de esta manera, debido a que la situación en que se encuentran sus ventanas, es de sombra la mayor parte del

tiempo, y porque además se requieren para el acceso de radiación en invierno, así como para confort desde el aspecto psicológico del usuario.

9. TÉCNICA PARA EVALUACIÓN ECONÓMICA

9.1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas con los que se topa la realización de una propuesta bioclimática, es que si bien estamos concientes que los beneficios son muchos, en ocasiones las alternativas propuestas para el ahorro de energía tienen costos más elevados y no se tienen los elementos para comprobar que esta inversión inicial mayor, repercutirá en ahorros económicos a través de recibos más bajos, durante el ciclo de vida de el edificio. Otro problema, es la toma de decisión sobre el elemento pasivo a implementar, que nos brinde el mejor desempeño económico y ambiental.

El objetivo en este apartado es el de proporcionar un método sencillo para evaluar y comparar la eficiencia de los elementos pasivos utilizados en los proyectos y asesorar sobre los supuestos que se deben hacer al momento de hacer esos análisis. Este sistema puede utilizarse no solo en la vivienda, sino en cualquier edificio o proyecto con consideraciones sostenibles.

Se pueden utilizar cualquiera de las técnicas de evaluación económica así como modelos, como si se fuera a evaluar cualquier proyecto.

La técnica de evaluación económica propuesta para evaluar estos proyectos es el "Análisis de costo en el ciclo de vida"; en este análisis se consideran únicamente los beneficios y costos económicos; los medio ambientales son muy importantes, pero por representar costos externos y difíciles de evaluar y por no constituir un factor a considerar por el inversionista para aprobar el proyecto, no son considerados.

La forma más sencilla y rápida de evaluar los elementos propuestos , es con un modelo de costos anual en base a un análisis incremental de costos y beneficios.

Para poder evaluar económicamente los benéficos económicos de las diversas alternativas en el manejo de los elementos arquitectónicos, es necesario realizar todos los pasos mencionados en los capítulos anteriores:

1. Identificar las necesidades de comfort
2. Identificar las condiciones climáticas del lugar
3. Proponer diseño energéticamente conciente
4. Identificar los principales flujos de energía en el diseño bioclimático
5. Calcular las unidades de energía ahorradas (watts)
6. Calcular las unidades combustibles ahorradas (gas, electricidad, aceite, etc)
7. Calcular los benéficos económicos (pesos)
8. Calcular el costo del diseño propuesto

9. Comparar costos con beneficios

10. Evaluar

9.2. EVALUACIÓN DE COSTO DEL CICLO DE VIDA

La necesidad de hacer una evaluación de este tipo, es debido a que generalmente los arquitectos, constructores o desarrolladores, se enfocan en los costos iniciales del proyecto, y al hacer consideraciones bioclimáticas, estos costos pueden elevarse sobre los de un proyecto normal.

Esta inversión repercute en ahorros energéticos durante el ciclo de vida total del proyecto, los cuales a la larga pueden ser mucho mayores que los costos iniciales, o representar una tasa de retorno mayor, que la tasa de retorno del que vaya a realizar la inversión, esto depende de la técnica de evaluación que se vaya a utilizar.

La técnica del análisis de costo de ciclo de vida, considera la totalidad de costos relevantes a lo largo de la vida de todo el sistema, incluyendo los costos de adquisición, mantenimiento, operación y recuperación.

9.3. ANÁLISIS INCREMENTAL

Este análisis, implica que la evaluación a realizar para tomar las decisiones se harán comparando los costos extras de una alternativa sobre otra, contra los beneficios extra recibidos.

En el diseño bioclimático en algunos casos (los que se pretendan evaluar), se espera recibir un beneficio extra como resultado de un costo adicional, como los demás elementos permanecen en el mismo estado en las alternativas a comparar, o bien formarán parte del estado sobre el cual se comparará, no representa información relevante para el análisis.

- Costo adicional para implementar la estrategia
- Beneficios que se aportarán

9.4. MODELO DE COSTO ANUAL

Los costos operacionales de la vivienda (si esta habitada), se presentan de forma periódica y representan un costo muy importante para la familia y en el presupuesto familiar; como el objetivo principal de la evaluación, es comprobar al usuario de la vivienda sus beneficios económicos y éstos en muchas ocasiones no están familiarizados con sistemas como radio costo-beneficio, tasa de retorno o valor presente, se propone

usar el modelo de costo anual, para que sean más fácil de visualizar los beneficios y ahorros en el presupuesto familiar.

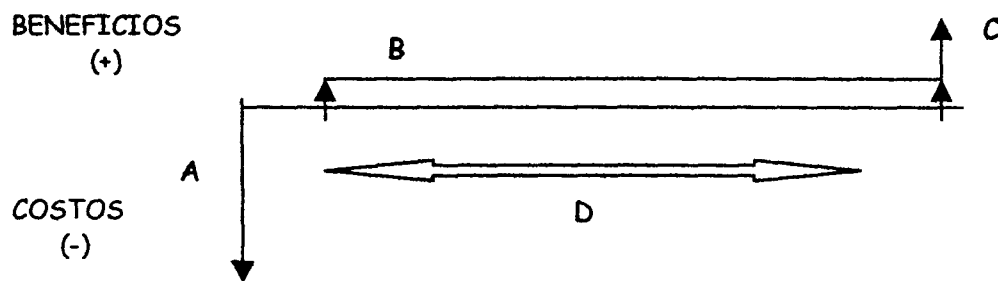
Este sistema representa la comparación de los beneficios y costos que se tendrán en forma periódica; puede ser anual (más utilizado), mensual, o cualquier periodo de tiempo. Como el costo operacional anual se supone igual todos los años, esta técnica nos facilita el análisis.

9.5. FÓRMULAS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Una vez obtenidos los costos extra requeridos para realizar la propuesta y los beneficios económicos resultado del ahorro energético, se aplican las fórmulas para calcular el beneficio o costo anual resultante, si obtenemos un valor mayor a "0", significa que la propuesta representa una buena inversión.

Datos requeridos:

- A. Costo inicial
- B. Costos operacionales anuales estimados
- C. Valor de recuperación
- D. Ciclo de vida



9.5.1. FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DEL COSTO ANUAL IGNORANDO FACTORES EXTERNOS (INFLACIÓN).

$$AW = B + A(AW/P, i, N) + C(AW/F, i, N)$$

DONDE:

$$AW/P, i, N = \frac{i(1+i)^N}{i(1+i)^N - 1}$$

$$AW/F, I, N = \frac{i}{i(1+i)^N - 1}$$

Donde:

I = tasa de interés

N = número de periodos con interés

AW= Beneficio anual (\$)

B = Ahorros operacionales anuales

C = Valor de rescate (incremental) por la propuesta

D = Ciclo de vida estimado

9.5.2. INFLACIÓN

Cuando hacemos evaluaciones en el tiempo, hay muchos factores que influyen además de la tasa de interés, como son: Inflación, Impuestos (depreciación), entre otros.

En el caso de la vivienda, es importante considerar la inflación, ya que no podemos aislar los beneficios o costos de este aspecto tan importante y real en la sociedad; en el caso de impuestos, al tratarse de casa habitación no se aplica en México, ya que no es sujeta de depreciación o deducción.

La inflación describe un aumento en los precios y la deflación un decremento, la inflación que hay en un país se representa con base en el Índice Nacional de Precios al Consumidor.

Para incorporar la inflación en el cálculo de costo anual, solo hay que sustituir la tasa i (sin inflación) por la u (con inflación) en las fórmulas descritas anteriormente.

$$u = i + f + if$$

DONDE:

f = Tasa de inflación

i = Tasa de interés (costo de oportunidad), dinero constante, sin inflación

u = Tasa para dinero corriente (considera inflación)

La técnica aquí descrita es muy simple, esta basada en los libros de ingeniería económica, y se propone de esta manera, con el fin de simplificar los procedimientos más complicados, que se aplican a otros proyectos; en este caso para la justificación económica de la vivienda, no intervienen muchas variantes que intervendrían en otros proyectos de edificación, aquí el aspecto importante a considerar es el presupuesto familiar y la satisfacción de las necesidades de comfort a los usuarios.

CONCLUSIONES

El diseño bioclimático es una práctica muy importante en el logro del desarrollo sostenible por el arquitecto, es un diseño que adapta a los edificios al clima de la región, utilizando los recursos naturales disponibles, obteniendo ganancias o pérdidas de calor con el objetivo de lograr el confort de los usuarios con el mínimo uso de sistemas mecánicos.

Las estrategias arquitectónicas que se han desarrollado con el tiempo, buscan mejorar las condiciones interiores de los edificios mediante una adecuada interacción de el elemento arquitectónico con la naturaleza, pero más que concebir el diseño bioclimático como un conjunto de estrategias por separado, conviene tratarlo como a una ciencia, que con el conocimiento adecuado de la región: topografía, radiación, asoleamiento, vientos, temperatura, etc. se desarrollen proyectos energéticamente eficientes, que no solo contribuyan a la disminución del deterioro ambiental, sino también al mejoramiento de la calidad del espacio interior habitado y a la reducción de los gastos familiares destinados a los servicios en la vivienda.

En Monterrey, los meses de junio, julio y agosto principalmente requieren estrategias pasivas de enfriamiento y en los meses de enero y diciembre, se requiere calefacción, para poder lograr esto, es necesario tomar en cuenta los conocimientos que ya obtuvimos del sitio como los vientos predominantes del este, el asoleamiento y la variedad de microclimas que se desarrollan en la ciudad como consecuencia de su topografía.

En general hay muchas estrategias o recomendaciones al realizar un diseño en Monterrey, pero se pueden enumerar como más importantes, la lotificación favoreciendo el emplazamiento NE-SO, la ubicación de los espacios que requieren mayor confort al sureste, la accesibilidad de los vientos al este y la menor disposición posible de acristalamiento y área de muro orientada hacia el oeste y noroeste, entre otros.

Finalmente, es importante evaluar económicamente las alternativas propuestas en el diseño, para poder elegir la solución que de forma integral cumpla con el objetivo de la sostenibilidad: mantener el equilibrio entre el aspecto social, económico y medio ambiental.

CAPÍTULO 1 Y 2

- Nos encontramos en una época de crisis energética y medio ambiental, en la cual es necesario tomar conciencia como profesionistas e individuos de nuestras acciones y sus implicaciones; nosotros somos una parte afectada del sistema global de nuestra sociedad
- Los conceptos "Desarrollo Sostenible" y "Construcción Sostenible", no se enfocan únicamente a lograr beneficios medio ambientales, sino a integrar los aspectos económicos, sociales y ambientales, para tomar las decisiones que mejor actuación tengan en el medio.

- La aplicación de los conceptos de "Sostenibilidad" representa oportunidades más que problemas en las empresas de la actualidad, así como para los arquitectos y constructores en su práctica futura
- La fase con más peso en la implementación de la Construcción Sostenible, en el proceso constructivo, es la Etapa de diseño.

CAPÍTULO 3

- El "Diseño Bioclimático", es una herramienta muy importante en la práctica de la sostenibilidad, data de las prácticas utilizadas desde la Arquitectura Vernácula de las comunidades, pero aprovecha los conocimientos que se tienen en la actualidad gracias a los estudios y la tecnología disponible.
- En resumen los aspectos a considerar en un diseño bioclimático son: Definición del confort térmico humano, determinando las necesidades para obtener dicho control, Análisis del medio físico natural de la región y la interacción del edificio con el ambiente para lograr las necesidades de confort

CAPÍTULO 4

- La vivienda es un sistema complejo, dada la complejidad de aspectos a considerar en su diseño: sociológicos, económicos, psicológicos, tecnológicos, estéticos, etc.
- La vivienda se puede clasificar desde el punto de vista funcional en las áreas de: Área familiar, área social, área de servicio, áreas de circulación
- En Monterrey, la Arquitectura Vernácula estaba constituida principalmente por muros de adobe, techos de tejamanil, muros gruesos y ventanas pequeñas
- En la vivienda en Monterrey esta disminuyendo el nivel de población, pero también disminuye el número de miembros por familia y con esto de usuarios por casa habitación, por lo que el número de viviendas sigue creciendo
- La tecnología de construcción más utilizada actualmente en la construcción de viviendas en Monterrey es la tradicional: ladrillo, muro de block y concreto.
- Después del sector industrial, en Monterrey, la vivienda es uno de los principales consumidores de energía eléctrica.

CAPÍTULO 6

- Los meses más críticos para lograr las condiciones de confort en la Monterrey son junio, julio y agosto en verano y diciembre y enero en invierno.

CAPÍTULO 7

Estrategias en Monterrey

- Emplazamiento de edificios en Valle
- Emplazamiento de edificios en pendientes orientadas al SE
- Lotificación que favorezca el desplazamiento del edificio NE y SO
- En verano los techos y las fachadas E, O, NE y NO son las que tienen más ganancias por radiación
- En invierno la mayor captación solar es por losa y muros SE, S y SO
- La orientación recomendada de los espacios interiores para mayor comfort es la S y SE.
- La orientación recomendada para espacios generadores de calor es la N y NE
- Se recomienda la mayor área de superficies acristaladas al S, con sombreado a base de volados
- La ubicación de ventanas al E, NE y SE para favorecer la ventilación cruzada
- Uso de microclimas para mejorar la ventilación
- Provocar efectos chimenea en habitaciones con poca ventilación natural
- Uso de volados en la fachada S
- Uso de partesoles y espesor de muro en fachadas al E y O
- Adición de superficies de agua para refrescar por evaporación
- Uso de árboles de hoja caduca al sur
- Uso de vegetación como pantalla para proteger de radiación solar
- De los materiales existentes, el concreto celular es el que tiene las mejores características térmicas como material aislado
- Uso de colores claros en fachadas N, E y O
- Uso de colores medios en fachada S

CAPÍTULO 8

- El uso de conceptos como orientaciones de espacios y la disminución de las áreas orientadas a las fachadas castigadas por asoleamiento desde la etapa de diseño, pueden reducir las cargas significativamente, sin representar costos adicionales
- Se deben balancear los conceptos bioclimáticos con el aspecto estético y funcional de la vivienda.
- La ventilación es modificada considerablemente por la acción de microclimas en la zona
- Es importante calcular las aberturas mínimas necesarias para remover el calor generado, para evitar proponer superficies acristaladas innecesarias, que no sean requeridas por iluminación o por algún otro aspecto ajeno a la ventilación.
- El sombreado de las ventanas, representa una gran disminución en las cargas por radiación.
- La estratificación del aire es una estrategia útil en espacios con ventilación limitada
- Es importante aprovechar los espacios de transición para mejorar las condiciones en los espacios con mayores requerimientos de comfort

CAPÍTULO 9

- Debemos ser capaces de poder evaluar económicamente las estrategias propuestas en los proyectos, para justificar ante nuestros clientes el incremento de la inversión inicial

APÉNDICES

APÉNDICE A
 CÁLCULO DE ÁNGULOS DE INCIDENCIA SOLAR EN MONTERREY.
 HORA SOLAR

Datos para el cálculo:

Ángulo de declinación

ANGULO DE DECLINACION. (ASHRAE)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
D	-20	-10.8	0	11.6	20	23.5	20.6	12.3	0	-10.5	-19.8	-23.5
SENL	-0.34	-0.19	0	0.2	0.34	0.4	0.35	0.21	0	-0.18	-0.34	-0.4
COSD	0.94	0.98	1	0.98	0.94	0.92	0.94	0.98	1	0.98	0.94	0.92

Ángulo horario y latitud

ANGULO H			
H = 15 (hora - 12) ASHRAE			
HORA	H	COSH	SENL
6	90	0	-1
7	75	0.259	-0.97
8	60	0.5	-0.87
9	45	0.707	-0.71
10	30	0.866	-0.5
11	15	0.966	-0.26
12	0	1	0
13	15	0.966	-0.26
14	30	0.866	0.5
15	45	0.707	0.71
16	60	0.5	0.87
17	75	0.259	0.97
18	90	0	1

LATITUD MTY	
L	25.6
SENL	0.4331
COSL	0.9013

NOTA: El cálculo de los ángulos que aquí se muestra, estan dados en la horario solar, la diferencia horaria en Monterrey en relación a la hora solar se da por el Meridiano de referencia que en Monterrey es 90.

ANGULOS DE INCIDENCIA SOLAR

CÁLCULO DE LOS ÁNGULOS DE INCIDENCIA SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL EN MONTERREY: ALTITUD Y AZIMUT

$$\text{ALTITUD } \beta = \arcsen (\cos H \cos L \cos D + \text{sen} L \text{sen} D)$$

$$\text{AZIMUT } \alpha = \arccos ((\cos L \text{sen} D - \text{sen} L \cos D \cos H) / \cos \beta)$$

hora solar		ENE/NOV		FEB/OCT		MAR/SEP		ABR/AGO		MAY/JUL		JUN		DIC	
AM	PM	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
6	6	0	108	0	100	0	90	5	79	9	71	10	69	0	111
7	5	4	114	9	106	13	97	19	85	22	77	23	74	2	118
8	4	16	122	21	114	27	104	32	91	35	82	36	79	14	125
9	3	27	132	33	124	40	114	46	99	49	87	49	83	24	135
10	2	36	144	44	137	51	127	59	110	62	94	63	88	33	144
11	1	42	161	51	156	60	148	71	131	75	107	76	96	39	162
12		45	180	54	180	64	180	77	180	85	180	88	180	41	180

MERID. REF	SOLAR
-1	-1.58
6.53	5.95
7	6.42
8	7.42
9	8.42
10	9.42
11	10.42
12	11.42
1	12.42
2	1.42
3	2.42
4	3.43
5	4.42
6	5.42
18.62	6.45

DIFERENCIA ENTRE
LA HORA SOLAR Y LA
DEL MERIDIANO DE
REFERENCIA

APÉNDICE B

DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLAR

El uso del DIAGRAMA DE RECORRIDO SOLAR, es una herramienta gráfica útil que nos ayuda también a determinar las horas en los días del año en las cuales tendremos disponibilidad de los rayos solares en un sitio en particular.

Este diagrama solar nos muestra el recorrido del sol en una cúpula de cielo sobre una superficie horizontal (Graphic Standards), el horizonte es representado por un círculo con el punto de observación al centro. La posición del sol en cualquier día y hora puede ser determinada por el diagrama en términos de altitud β y azimut α .

La gráfica esta construída con una proyección equidistante, Los ángulos de altitud, están representados por intervalos de 10 grados, por círculos concéntricos espaciados equitativamente, los cuales son desde 0 el círculo exterior hasta 90 el punto central, estos intervalos estan graduados alrededor del meridiano sur. El azimut es representado por intervalos de 10 grados, por radiales espaciados equitativamente, radian desde 0 partiendo del meridiano sur, hasta 180 al meridiano norte.

El recorrido solar será desde el este en la mañana hasta el oeste al ocultarse.

El eje de la tierra esta inclinado 23 grados 27 minutos alrededor del sol y rota 15 grados por hora, así es que para todos los puntos de la tierra el sol aparenta moverse en recorridos circulares con inclinaciones máximas de +/- 23 grados 27 minutos.

La inclinación del sol cambia cíclicamente entre los solsticios de verano e invierno, lo cual indica que sigue el mismo recorrido por dos fechas cada año. Las curvas elípticas en el diagrama representan estas proyecciones horizontales del sol.

En resumen, del diagrama de recorrido del sol (gráfica 5.1, capítulo 5), para la ciudad de Monterrey:

- las líneas elípticas en el diagrama representan los meses del año
- las líneas que las atraviesan, las horas del día
- las líneas radiales del centro indican el azimut
- las líneas concéntricas representan la altitud.

Este diagrama solar nos permite ubicar la posición del sol para una latitud dada en términos de altitud y azimut para una hora y día del año determinado.

Po ejemplo, para encontrar la posición del sol, a las 8:00 am del 21 de agosto, hay que:

- Encontrar la intersección, de la línea de las 8:00 de la mañana con la correspondiente al 21 de agosto
- Trazar la radial que siga la intersección hasta el círculo exterior
- Leer el ángulo de azimut correspondiente
- Finalmente, sigue el anillo concéntrico que sigue la intersección a la línea del norte/sur
- Leemos el ángulo de altitud.

Además este mismo diagrama, nos sirve para ubicar la posición y tamaño de los objetos, árboles, edificios, volúmenes o cualquier obstrucción alrededor del sitio en términos de altitud y azimut desde el punto de vista, representándolos en el diagrama de recorrido solar, de manera que nos muestra las horas de los días del año en que estos elementos nos obstruyen el acceso de los rayos solares.

En este trabajo no nos adentramos en la explicación más a detalle de la construcción de diagramas de recorrido solar, ya que hay mucha bibliografía dedicada a este específico.

APÉNDICE C

CÁLCULO DE RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE.

El cálculo de la radiación solar disponible en cualquier superficie de un edificio esta en función de tres variables.

- RADIACIÓN NORMAL DIRECTA
- RADIACIÓN DIFUSA PROVENIENTE DEL CIELO
- RADIACIÓN SOLAR QUE REFLEJAN LAS SUPERFICIES CIRCUNDANTES

Lo anterior se expresa bajo la siguiente fórmula:

$$I_t = I_D + I_d + I_r$$

DONDE:

I_t = RADIACIÓN TOTAL (W/m^2).

I_D = RADIACIÓN SOLAR DIRECTA.

Obtenida por la fórmula:

$$I_D = I_{DN} * \text{Cos } \theta. \text{ (W/m}^2\text{)}.$$

Donde:

I_{DN} = Irradiación normal directa. (Generalmente leída en langleys/min)

θ = Ángulo de incidencia entre los rayos solares y la línea normal.

El ángulo θ puede ser calculado de la siguiente manera:

Fórmula:

$$\text{Cos } \theta = \text{Cos } \beta * \text{Cos } \gamma * \text{Sen } \omega + \text{Sen } \beta * \text{Cos } \omega$$

Donde:

β = Altitud

γ = Azimut de superficie solar, es el ángulo existente entre el ángulo del azimut y la línea normal de la superficie sobre la cual queremos saber la radiación.

ω = Ángulo de inclinación de la superficie con respecto a la horizontal.

Cuando la superficie es horizontal $\omega=0$, entonces:

$$\text{Cos } \theta = \text{Sen } \beta$$

Cuando la superficie es vertical $\omega=90$, entonces:

$$\text{Cos } \theta = \text{Cos } \beta * \text{Cos } \gamma$$

$I_d = \text{RADIACIÓN DIFUSA PROVENIENTE DEL CIELO (W/m}^2\text{)}$.

Cálculada como sigue:

$$I_d = C * IDN * F_{ss}$$

Donde:

$C =$ Factor de radiación difusa.

Factores de radiación difusa (ASHRAE,1988)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.058	0.060	0.071	0.097	0.121	0.134	0.136	0.122	0.091	0.073	0.063	0.057

$IDN =$ Irradiación normal directa (W/m^2).

$F_{ss} =$ Factor del ángulo entre la superficie y el cielo

Para superficies horizontales es 1.0

Para superficies verticales es 0.5

Para otras superficies $F_{ss} = (1.0 + \text{Cos } \omega)/2$

$I_r = \text{RADIACIÓN SOLAR QUE REFLEJAN LAS SUPERFICIES CIRCUNDANTES (W/m}^2\text{)}$.

Se calcula con la fórmula:

$$I_r = I_{tH} * Q_g * F_{sg}$$

Donde:

$I_{tH} =$ Radiación directa y difusa en una superficie horizontal.

$$I_{tH} = IDN (C + \text{Sen } \beta)$$

Donde:

$IDN =$ Irradiación normal directa (W/m^2).

$C =$ Factor de radiación difusa.

$\beta =$ Altitud

$Q_g =$ Reflectancia de la superficie horizontal circundante.

La reflectancia de las superficies están en función del ángulo de incidencia de los rayos, algunas reflectancias promedio de superficies son (Ley Guing).

Concreto nuevo = 0.31

Césped = 0.25

$F_{sg} =$ Factor del ángulo entre la superficie analizada y la superficie horizontal.

Calculado por la fórmula:

$$F_{sg} = (1 - \cos \omega)/2$$

A continuación se presentan las hojas de cálculo para Monterrey de:

- CÁLCULO DE (θ) ÁNGULOS DE INCIDENCIA. (APÉNDICE 3C)
- CÁLCULO DE (ID) RADIACIÓN SOLAR DIRECTA (APÉNDICE 3B)
- CÁLCULO DE (Id) RADIACIÓN DIFUSA PROVENIENTE DEL CIELO (APÉNDICE 3D)
- CÁLCULO DE (Ir) RADIACIÓN SOLAR REFLEJADA POR SUPERFICIES CIRCUNDANTES (CONCRETO Y CESPED). (APÉNDICE 3E)
- TABLAS DE (It) RADIACIÓN TOTAL EN SUPERFICIES HORIZONTALES Y VERTICALES. (APÉNDICE 3A)

NOTAS:

- Los datos de radiación, fueron proporcionados por el SIMA (Sistema de Monitoreo Ambiental) división de la secretaría de ecología, de sus lecturas en su estación ubicada en la Pastora.
- Los datos de radiación aquí presentados, representan un valor representativo mensual, (promedio de lecturas mensuales de los años 93 al 98).

APÉNDICE C1

RADIACIÓN RECIBIDA EN MONTERREY
Y RADIACIÓN DISPONIBLE EN SUPERFICIES VERTICALES Y HORIZONTALES.

LECTURA DE RADIACION SOLAR DISPONIBLE EN MONTERREY. En Watts/M2 (promedio)														
MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			31	62	186	372	527	651	527	372	186	62	31	
FEBRERO			34	68	205	411	582	719	582	411	205	68	34	
MARZO		58	115	346	519	634	807	865	807	634	519	346	115	58
ABRIL		61	184	368	553	737	860	921	860	737	553	368	184	61
MAYO		65	196	392	523	719	915	980	915	719	523	392	196	65
JUNIO		162	404	519	691	808	889	970	889	808	691	519	404	162
JULIO		173	432	566	727	864	951	1037	951	864	727	566	432	173
AGOSTO		64	128	385	578	770	899	963	899	770	578	385	128	64
SEPTIEMBRE		61	183	366	549	732	854	915	854	732	549	366	183	61
OCTUBRE			92	183	412	550	641	733	641	550	412	183	92	
NOVIEMBRE			30	120	240	420	480	600	480	420	240	120	30	
DICIEMBRE			30	59	189	385	474	593	474	385	189	59	30	

DATOS DE RADIACION SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL. En Watts/M2 (promedio)														
MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO		0	4	21	95	240	384	498	384	240	95	21	4	0
FEBRERO		0	7	28	124	310	487	625	487	310	124	28	7	0
MARZO		0	26	157	333	493	699	777	699	493	333	157	26	0
ABRIL		11	78	231	452	703	896	986	896	703	352	231	78	11
MAYO		18	97	272	457	721	994	1095	994	721	457	272	97	18
JUNIO		50	212	375	614	828	981	1099	981	828	614	375	212	50
JULIO		51	221	401	647	880	1047	1174	1047	880	647	401	221	51
AGOSTO		14	58	251	487	754	960	1055	960	754	487	251	58	14
SEPTIEMBRE		6	114	289	517	738	902	1014	902	738	517	289	114	6
OCTUBRE		0	21	79	254	422	545	647	545	422	254	79	21	0
NOVIEMBRE		0	4	41	124	273	351	462	351	273	124	41	4	0
DICIEMBRE		0	3	17	88	231	325	423	325	231	88	17	3	0

NORTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			3	5	20	49	76	99	76	49	20	5	3	
FEBRERO			2	7	26	62	96	122	96	62	26	7	2	
MARZO		2	9	41	77	109	150	165	150	109	77	41	9	2
ABRIL		17	36	55	99	149	185	203	185	149	99	55	36	17
MAYO		28	69	111	121	158	214	234	214	158	121	111	69	28
JUNIO		76	162	173	199	203	217	241	217	203	199	173	162	76
JULIO		75	155	164	175	200	233	259	233	200	175	164	155	75
AGOSTO		18	27	63	113	168	209	228	209	168	113	63	27	18
SEPTIEMBRE		3	17	49	89	135	170	187	170	135	89	49	17	3
OCTUBRE		0	6	20	56	88	110	130	110	88	56	20	6	0
NOVIEMBRE		0	3	11	28	57	71	93	71	57	28	11	3	0
DICIEMBRE		0	1	5	19	48	66	85	66	48	19	5	1	0

SUR

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			16	37	132	295	450	561	450	295	132	37	16	
FEBRERO			11	33	122	280	428	546	428	280	122	33	11	
MARZO		2	23	114	238	350	489	546	489	350	238	114	23	2
ABRIL		5	21	59	160	282	366	406	366	282	160	59	21	5
MAYO		7	28	68	105	180	287	322	287	180	105	68	28	7
JUNIO		19	61	95	144	187	430	241	430	187	144	95	61	19
JULIO		20	64	102	153	226	309	352	309	226	153	102	64	20
AGOSTO		6	17	67	177	307	398	440	398	307	177	67	17	6
SEPTIEMBRE		3	69	168	314	463	569	643	569	463	314	168	69	3
OCTUBRE		0	31	90	250	380	475	562	475	380	250	90	31	0
NOVIEMBRE		0	15	72	172	334	412	519	412	334	172	72	15	0
DICIEMBRE		0	15	38	142	310	417	530	417	310	142	38	15	0

ESTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			31	55	143	220	197	99	76	49	20	5	3	
FEBRERO			34	65	167	263	247	122	96	62	26	7	2	
MARZO		60	121	339	440	426	360	165	150	109	77	41	9	2
ABRIL		65	194	368	481	503	400	203	185	149	99	55	21	5
MAYO		67	204	386	450	496	443	234	214	158	105	68	28	7
JUNIO		168	417	505	593	551	430	241	217	187	144	95	61	19
JULIO		181	453	560	633	606	471	259	233	200	153	102	64	20
AGOSTO		69	137	390	512	538	434	228	209	168	113	63	17	6
SEPTIEMBRE		176	436	536	598	567	417	187	170	135	89	49	17	3
OCTUBRE		0	93	176	340	358	277	130	110	88	56	20	6	0
NOVIEMBRE		0	30	108	186	250	181	93	71	57	28	11	3	0
DICIEMBRE		0	27	52	142	237	180	85	66	48	19	5	1	0

OESTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			3	5	20	49	76	99	197	220	143	55	31	
FEBRERO			2	7	26	62	96	122	247	263	167	65	34	
MARZO		2	9	41	77	109	150	165	360	426	440	339	121	60
ABRIL		5	21	55	99	149	185	203	400	503	481	368	194	65
MAYO		7	28	68	105	158	214	234	443	496	450	386	204	67
JUNIO		19	61	95	144	187	217	241	430	551	593	505	417	168
JULIO		20	64	102	153	200	233	259	471	606	633	560	453	181
AGOSTO		6	17	63	113	168	209	228	434	538	512	390	137	69
SEPTIEMBRE		3	17	49	89	135	170	187	417	567	598	536	436	176
OCTUBRE		0	6	20	56	88	110	130	277	358	340	176	93	0
NOVIEMBRE		0	3	11	28	57	71	93	181	250	186	108	30	0
DICIEMBRE		0	1	5	19	48	66	85	180	237	142	52	27	0

NORESTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			14	19	29	49	76	99	76	49	20	5	3	
FEBRERO			18	29	59	62	96	122	96	62	26	7	2	
MARZO		43	78	200	217	166	336	165	150	109	77	41	9	2
ABRIL		56	153	272	326	311	202	203	185	149	99	55	21	5
MAYO		65	183	323	361	381	324	234	214	158	105	68	28	7
JUNIO		165	388	443	503	454	350	241	217	187	144	95	61	19
JULIO		174	405	470	509	468	347	259	233	200	153	102	64	20
AGOSTO		59	109	290	350	337	227	228	209	168	113	63	17	6
SEPTIEMBRE		126	276	309	285	213	389	187	170	135	89	49	17	3
OCTUBRE		0	50	80	122	88	110	130	110	88	56	20	6	0
NOVIEMBRE		0	14	37	40	57	71	93	71	57	28	11	3	0
DICIEMBRE		0	10	15	19	48	66	85	66	48	19	5	1	0

NOROESTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			3	5	20	49	76	99	76	49	29	19	14	
FEBRERO			2	7	26	62	96	122	96	62	59	29	18	
MARZO		2	9	41	77	109	150	165	336	166	217	200	78	43
ABRIL		5	21	55	99	149	185	203	202	311	326	272	153	56
MAYO		7	28	68	105	158	214	234	324	381	361	323	183	65
JUNIO		19	61	95	144	187	217	241	350	454	503	443	388	165
JULIO		20	64	102	153	200	233	259	347	468	509	470	405	174
AGOSTO		6	17	63	113	168	209	228	227	337	350	290	109	59
SEPTIEMBRE		3	17	49	89	135	170	187	389	213	285	309	276	126
OCTUBRE		0	6	20	56	88	110	130	110	88	122	80	50	0
NOVIEMBRE		0	3	11	28	57	71	93	71	57	40	37	14	0
DICIEMBRE		0	1	5	19	48	66	85	66	48	19	15	10	0

SURESTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			32	63	186	343	424	431	255	101	20	5	3	
FEBRERO			31	66	194	358	439	424	230	74	26	7	2	
MARZO		43	98	304	451	502	545	433	239	109	77	41	9	2
ABRIL		39	133	279	409	495	460	350	185	149	99	55	21	5
MAYO		35	124	260	335	410	424	293	214	158	105	68	28	7
JUNIO		84	243	329	420	437	386	260	217	187	144	95	61	19
JULIO		94	276	379	473	502	452	321	233	200	153	102	64	20
AGOSTO		42	95	298	437	530	497	382	209	168	113	63	17	6
SEPTIEMBRE		126	350	479	612	671	636	508	275	135	89	49	17	3
OCTUBRE		0	85	179	394	484	488	438	257	105	56	20	6	0
NOVIEMBRE		0	31	124	242	389	388	399	234	116	28	11	3	0
DICIEMBRE		0	30	62	191	368	393	399	232	98	19	5	1	0

SUROESTE

MES	HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ENERO			3	5	20	101	255	431	424	343	186	63	32	
FEBRERO			2	7	26	74	230	424	439	358	194	66	31	
MARZO		2	9	41	77	109	239	433	545	502	451	304	98	43
ABRIL		5	21	55	99	149	185	350	460	495	409	279	133	39
MAYO		7	28	68	105	158	214	293	424	410	335	260	124	35
JUNIO		19	61	95	144	187	217	260	386	437	420	329	243	84
JULIO		20	64	102	153	200	233	321	452	502	473	379	276	94
AGOSTO		6	17	63	113	168	209	382	497	530	437	298	95	42
SEPTIEMBRE		3	17	49	89	135	275	508	636	671	612	479	350	126
OCTUBRE		0	6	20	58	105	257	438	488	484	394	179	85	0
NOVIEMBRE		0	3	11	28	116	234	399	388	389	242	124	31	0
DICIEMBRE		0	1	5	19	98	232	399	393	368	191	62	30	0

APÉNDICE C2. RADIACION SOLAR DIRECTA (ID)

ENERO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		0
7	0		31
8	0		62
9	0		186
10	0		372
11	0		527
12	0		651
1	0		527
2	0		372
3	0		186
4	0		62
5	0		31
6	0		0
TOTAL	0		

ENERO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.31	0
7	13	0.41	31
8	32	0.51	62
9	112	0.6	186
10	246	0.66	372
11	374	0.71	527
12	462	0.71	651
1	374	0.71	527
2	246	0.66	372
3	112	0.60	186
4	32	0.51	62
5	13	0.41	31
6	0	0.31	0
TOTAL	2013		

ENERO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.95	0
7	28	0.91	31
8	50	0.81	62
9	123	0.66	186
10	171	0.48	372
11	121	0.23	527
12	0	0	651
1	0		527
2	0		372
3	0		186
4	0		62
5	0		31
6	0		0
TOTAL	494		

FEBRERO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		34
8	0		68
9	0		205
10	0		411
11	0		582
12	0		719
1	0		582
2	0		411
3	0		205
4	0		68
5	0		34
6	0		
TOTAL	0		

FEBRERO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.17	
7	9	0.27	34
8	26	0.38	68
9	96	0.47	205
10	218	0.53	411
11	332	0.57	582
12	424	0.59	719
1	332	0.57	582
2	218	0.53	411
3	96	0.47	205
4	26	0.38	68
5	9	0.27	34
6	0	0.17	
TOTAL	1786		

FEBRERO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.98	
7	32	0.95	34
8	58	0.85	68
9	141	0.69	205
10	201	0.49	411
11	151	0.26	582
12	0	0	719
1	0		582
2	0		411
3	0		205
4	0		68
5	0		34
6	0		
TOTAL	584		

MARZO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		58
7	0		115
8	0		346
9	0		519
10	0		634
11	0		807
12	0		865
1	0		807
2	0		634
3	0		519
4	0		346
5	0		115
6	0		58
TOTAL	0		

MARZO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0	58
7	14	0.12	115
8	73	0.21	346
9	161	0.31	519
10	241	0.38	634
11	339	0.42	807
12	381	0.44	865
1	339	0.42	807
2	241	0.38	634
3	161	0.31	519
4	73	0.21	346
5	14	0.12	115
6	0	0.00	58
TOTAL	2035		

MARZO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	58	1	58
7	112	0.97	115
8	298	0.86	346
9	363	0.7	519
10	317	0.5	634
11	210	0.26	807
12	0	0	865
1	0		807
2	0		634
3	0		519
4	0		346
5	0		115
6	0		58
TOTAL	1357		

ABRIL-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	12	0.19	61
7	15	0.08	184
8	0		368
9	0		553
10	0		737
11	0		860
12	0		921
1	0		860
2	0		737
3	0		553
4	0		368
5	15	0.08	184
6	12	0.19	61
TOTAL	53		

ABRIL-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		61
7	0		184
8	4	0.01	368
9	61	0.11	553
10	133	0.16	737
11	181	0.21	860
12	203	0.22	921
1	181	0.21	860
2	133	0.16	737
3	61	0.11	553
4	4	0.01	368
5	0		184
6	0		61
TOTAL	958		

ABRIL-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	60	0.98	61
7	173	0.94	184
8	313	0.85	368
9	382	0.69	553
10	354	0.48	737
11	215	0.25	860
12	0	0	921
1	0		860
2	0		737
3	0		553
4	0		368
5	0		184
6	0		61
TOTAL	1496		

MAYO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	21	0.32	65
7	41	0.21	196
8	43	0.11	392
9	16	0.03	523
10	0		719
11	0		915
12	0		980
1	0		915
2	0		719
3	16	0.030	523
4	43	0.110	392
5	41	0.210	196
6	21	0.320	65
TOTAL	242		

MAYO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		65
7	0		196
8	0		392
9	0		523
10	22	0.03	719
11	73	0.08	915
12	88	0.09	980
1	73	0.08	915
2	22	0.03	719
3	0		523
4	0		392
5	0		196
6	0		65
TOTAL	278		

MAYO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	60	0.83	65
7	176	0.90	196
8	318	0.81	392
9	345	0.66	523
10	338	0.47	719
11	229	0.25	915
12	0	0	980
1	0		915
2	0		719
3	0		523
4	0		392
5	0		196
6	0		65
TOTAL	1466		

JUNIO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	57	0.35	162
7	101	0.25	404
8	78	0.15	519
9	55	0.08	691
10	16	0.02	808
11	0		889
12	0		970
1	0		889
2	16	0.02	808
3	55	0.08	691
4	78	0.15	519
5	101	0.25	404
6	57	0.35	162
TOTAL	614		

JUNIO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		162
7	0		404
8	0		519
9	0		691
10	0		808
11	213	0.24	889
12	0	0	970
1	213	0.240	889
2	0		808
3	0		691
4	0		519
5	0		404
6	0		162
TOTAL	427		

JUNIO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	149	0.92	162
7	356	0.88	404
8	410	0.79	519
9	449	0.65	691
10	364	0.45	808
11	213	0.24	889
12	0	0	970
1	0		889
2	0		808
3	0		691
4	0		519
5	0		404
6	0		162
TOTAL	1941		

JULIO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	55	0.32	173
7	91	0.21	432
8	62	0.11	566
9	22	0.03	727
10	0		864
11	0		951
12	0		1037
1	0		951
2	0		864
3	22	0.03	727
4	62	0.11	566
5	91	0.21	432
6	55	0.32	173
TOTAL	460		

JULIO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	26	0.03	864
11	76	0.08	951
12	93	0.09	1037
1	76	0.08	951
2	26	0.03	864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	297		

JULIO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	161	0.93	173
7	389	0.9	432
8	456	0.81	566
9	480	0.66	727
10	406	0.47	864
11	238	0.25	951
12	0	0	1037
1	0		951
2	0		864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	2132		

AGOSTO-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	12	0.19	64
7	10	0.08	128
8	0		385
9	0		578
10	0		770
11	0		899
12	0		963
1	0		899
2	0		770
3	0		578
4	0		385
5	10	0.08	128
6	12	0.19	64
TOTAL	45		

AGOSTO-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		64
7	0		128
8	4	0.01	385
9	64	0.11	578
10	139	0.18	770
11	189	0.21	899
12	212	0.22	963
1	189	0.21	899
2	139	0.18	770
3	64	0.11	578
4	4	0.01	385
5	0		128
6	0		64
TOTAL	1002		

AGOSTO-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	63	0.98	64
7	120	0.94	128
8	327	0.85	385
9	399	0.69	578
10	370	0.48	770
11	225	0.25	899
12	0	0	963
1	0		899
2	0		770
3	0		578
4	0		385
5	0		128
6	0		64
TOTAL	1503		

SEPTIEMBRE-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		61
7	0		183
8	0		366
9	0		549
10	0		732
11	0		854
12	0		915
1	0		854
2	0		732
3	0		549
4	0		366
5	0		183
6	0		61
TOTAL	0		

SEPTIEMBRE-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0	173
7	52	0.12	432
8	119	0.21	566
9	225	0.31	727
10	328	0.38	864
11	399	0.42	951
12	456	0.44	1037
1	399	0.42	951
2	328	0.38	864
3	225	0.31	727
4	119	0.21	566
5	52	0.12	432
6	0	0.00	173
TOTAL	2704		

SEPTIEMBRE-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	173	1	173
7	419	0.97	432
8	487	0.86	566
9	509	0.7	727
10	432	0.5	864
11	247	0.26	951
12	0	0	1037
1	0		951
2	0		864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	2267		

OCTUBRE-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		92
8	0		183
9	0		412
10	0		550
11	0		641
12	0		733
1	0		641
2	0		550
3	0		412
4	0		183
5	0		92
6	0		
TOTAL	0		

OCTUBRE-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.17	
7	25	0.27	92
8	70	0.38	183
9	194	0.47	412
10	292	0.53	550
11	365	0.57	641
12	432	0.59	733
1	365	0.57	641
2	292	0.53	550
3	194	0.47	412
4	70	0.38	183
5	25	0.27	92
6	0	0.17	
TOTAL	2322		

OCTUBRE-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.98	
7	87	0.95	92
8	156	0.85	183
9	284	0.69	412
10	270	0.49	550
11	167	0.28	641
12	0	0	733
1	0		641
2	0		550
3	0		412
4	0		183
5	0		92
6	0		
TOTAL	963		

NOVIEMBRE-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		120
9	0		240
10	0		420
11	0		480
12	0		600
1	0		480
2	0		420
3	0		240
4	0		120
5	0		30
6	0		
TOTAL	0		

NOVIEMBRE-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.31	
7	12	0.41	30
8	61	0.51	120
9	144	0.8	240
10	277	0.66	420
11	341	0.71	480
12	426	0.71	600
1	341	0.71	480
2	277	0.66	420
3	144	0.60	240
4	61	0.51	120
5	12	0.41	30
6	0	0.31	
TOTAL	2097		

NOVIEMBRE-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.95	
7	27	0.91	30
8	97	0.81	120
9	158	0.66	240
10	193	0.46	420
11	110	0.23	480
12	0	0	600
1	0		480
2	0		420
3	0		240
4	0		120
5	0		30
6	0		
TOTAL	587		

DICIEMBRE-NORTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		59
9	0		189
10	0		385
11	0		474
12	0		593
1	0		474
2	0		385
3	0		189
4	0		59
5	0		30
6	0		
TOTAL	0		

DICIEMBRE-SUR			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.36	
7	14	0.47	30
8	33	0.56	59
9	123	0.65	189
10	262	0.68	385
11	351	0.74	474
12	445	0.75	593
1	351	0.74	474
2	262	0.68	385
3	123	0.65	189
4	33	0.56	59
5	14	0.47	30
6	0	0.36	
TOTAL	2010		

DICIEMBRE-ESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.93	
7	26	0.88	30
8	47	0.78	59
9	123	0.65	189
10	189	0.49	385
11	114	0.24	474
12	0	0	593
1	0		474
2	0		385
3	0		189
4	0		59
5	0		30
6	0		
TOTAL	498		

ENERO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		0
7	0		31
8	0		62
9	0		186
10	0		372
11	0		527
12	0	0.00	651
1	121	0.23	527
2	171	0.46	372
3	123	0.66	186
4	50	0.81	62
5	28	0.91	31
6	0	0.95	
TOTAL	494		

ENERO-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.45	0
7	11	0.36	31
8	14	0.22	62
9	9	0.05	186
10	0		372
11	0		527
12	0		651
1	0		527
2	0		372
3	0		186
4	0		62
5	0		31
6	0		
TOTAL	34		

ENERO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		0
7	0		31
8	0		62
9	0		186
10	0		372
11	0		527
12	0		651
1	0		527
2	0		372
3	9	0.05	186
4	14	0.22	62
5	11	0.36	31
6	0	0.45	
TOTAL	34		

FEBRERO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		34
8	0		68
9	0		205
10	0		411
11	0		582
12	0	0	719
1	151	0.26	582
2	201	0.49	411
3	141	0.69	205
4	58	0.85	68
5	32	0.95	34
6	0	0.98	
TOTAL	584		

FEBRERO-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.57	
7	16	0.48	34
8	22	0.33	68
9	33	0.16	205
10	0		411
11	0		582
12	0		719
1	0		582
2	0		411
3	0		205
4	0		68
5	0		34
6	0		
TOTAL	72		

FEBRERO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		34
8	0		68
9	0		205
10	0		411
11	0		582
12	0		719
1	0		582
2	0		411
3	33	0.16	205
4	22	0.33	68
5	16	0.48	34
6	0	0.57	
TOTAL	72		

MARZO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		58
7	0		115
8	0		346
9	0		519
10	0		634
11	0		807
12	0	0	865
1	210	0.26	807
2	317	0.50	634
3	363	0.70	519
4	298	0.86	346
5	112	0.97	115
6	58	1.00	58
TOTAL	1357		

MARZO-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	41	0.71	58
7	69	0.60	115
8	159	0.46	346
9	140	0.27	519
10	57	0.09	634
11	186	0.23	807
12	0		865
1	0		807
2	0		634
3	0		519
4	0		346
5	0		115
6	0		58
TOTAL	652		

MARZO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		58
7	0		115
8	0		346
9	0		519
10	0		634
11	0		807
12	0		865
1	186	0.23	807
2	57	0.09	634
3	140	0.27	519
4	159	0.46	346
5	69	0.60	115
6	41	0.71	58
TOTAL	652		

ABRIL-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		61
7	0		184
8	0		368
9	0		553
10	0		737
11	0		860
12	0	0	921
1	215	0.25	860
2	354	0.48	737
3	382	0.69	553
4	313	0.85	368
5	173	0.94	184
6	60	0.98	61
TOTAL	1496		

ABRIL-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	51	0.83	61
7	132	0.72	184
8	217	0.59	368
9	227	0.41	553
10	162	0.22	737
11	17	0.02	860
12	0		921
1	0		860
2	0		737
3	0		553
4	0		368
5	0		184
6	0		61
TOTAL	806		

ABRIL-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		61
7	0		184
8	0		368
9	0		553
10	0		737
11	0		860
12	0		921
1	17	0.02	860
2	162	0.22	737
3	227	0.41	553
4	217	0.59	368
5	132	0.72	184
6	51	0.83	61
TOTAL	806		

MAYO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		65
7	0		196
8	0		392
9	0		523
10	0		719
11	0		915
12	0	0	980
1	229	0.25	915
2	338	0.47	719
3	345	0.66	523
4	318	0.81	392
5	176	0.90	196
6	60	0.93	65
TOTAL	1466		

MAYO-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	58	0.89	65
7	155	0.79	196
8	255	0.65	392
9	256	0.48	523
10	223	0.31	719
11	110	0.12	915
12	0		980
1	0		915
2	0		719
3	0		523
4	0		392
5	0		196
6	0		65
TOTAL	1056		

MAYO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		65
7	0		196
8	0		392
9	0		523
10	0		719
11	0		915
12	0		980
1	110	0.12	915
2	223	0.31	719
3	256	0.49	523
4	255	0.65	392
5	155	0.79	196
6	58	0.89	65
TOTAL	1056		

JUNIO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		162
7	0		404
8	0		519
9	0		691
10	0		808
11	0		889
12	0	0	970
1	213	0.24	889
2	364	0.45	808
3	449	0.65	691
4	410	0.79	519
5	356	0.88	404
6	149	0.92	162
TOTAL	1941		

JUNIO-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	146	0.90	162
7	327	0.81	404
8	348	0.67	519
9	359	0.52	691
10	267	0.33	808
11	133	0.15	889
12	0		970
1	0		889
2	0		808
3	0		691
4	0		519
5	0		404
6	0		162
TOTAL	1580		

JUNIO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		162
7	0		404
8	0		519
9	0		691
10	0		808
11	0		889
12	0		970
1	133	0.15	889
2	267	0.33	808
3	359	0.52	691
4	348	0.67	519
5	327	0.81	404
6	146	0.90	162
TOTAL	1580		

JULIO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	0		864
11	0		951
12	0	0	1037
1	238	0.25	951
2	406	0.47	864
3	480	0.66	727
4	458	0.81	566
5	389	0.90	432
6	161	0.93	173
TOTAL	2132		

JULIO-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	154	0.89	173
7	341	0.79	432
8	368	0.65	566
9	356	0.49	727
10	268	0.31	864
11	114	0.12	951
12	0		1037
1	0		951
2	0		864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	1601		

JULIO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	0		864
11	0		951
12	0		1037
1	114	0.12	951
2	268	0.31	864
3	356	0.49	727
4	368	0.65	566
5	341	0.79	432
6	154	0.89	173
TOTAL	1601		

AGOSTO-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		64
7	0		128
8	0		385
9	0		578
10	0		770
11	0		899
12	0	0	963
1	225	0.25	899
2	370	0.48	770
3	399	0.69	578
4	327	0.85	385
5	120	0.94	128
6	63	0.98	64
TOTAL	1503		

AGOSTO-NORESTE)			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	53	0.83	64
7	92	0.72	128
8	227	0.59	385
9	237	0.41	578
10	169	0.22	770
11	18	0.02	899
12	0		963
1	0		899
2	0		770
3	0		578
4	0		385
5	0		128
6	0		64
TOTAL	797		

AGOSTO-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		64
7	0		128
8	0		385
9	0		578
10	0		770
11	0		899
12	0		963
1	18	0.02	899
2	169	0.22	770
3	237	0.41	578
4	227	0.59	385
5	92	0.72	128
6	53	0.83	64
TOTAL	797		

SEPTIEMBRE-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	0		864
11	0		951
12	0	0	1037
1	247	0.26	951
2	432	0.50	864
3	509	0.70	727
4	487	0.86	566
5	419	0.97	432
6	173	1.00	173
TOTAL	2267		

SEPTIEMBRE-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	123	0.71	173
7	259	0.60	432
8	260	0.46	566
9	196	0.27	727
10	78	0.09	864
11	219	0.23	951
12	0		1037
1	0		951
2	0		864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	1135		

SEPTIEMBRE-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	0		864
11	0		951
12	0		1037
1	219	0.23	951
2	78	0.09	864
3	196	0.27	727
4	260	0.46	566
5	259	0.60	432
6	123	0.71	173
TOTAL	1135		

OCTUBRE-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		92
8	0		183
9	0		412
10	0		550
11	0		641
12	0	0	733
1	167	0.26	641
2	270	0.49	550
3	284	0.69	412
4	156	0.85	183
5	87	0.95	92
6	0	0.98	
TOTAL	963		

OCTUBRE-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.57	
7	44	0.48	92
8	60	0.33	183
9	66	0.16	412
10	0		550
11	0		641
12	0		733
1	0		641
2	0		550
3	0		412
4	0		183
5	0		92
6	0		
TOTAL	170		

OCTUBRE-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		92
8	0		183
9	0		412
10	0		550
11	0		641
12	0		733
1	0		641
2	0		550
3	66	0.16	412
4	60	0.33	183
5	44	0.48	92
6	0	0.57	
TOTAL	170		

NOVIEMBRE-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		120
9	0		240
10	0		420
11	0		480
12	0	0.00	600
1	110	0.23	480
2	193	0.46	420
3	158	0.66	240
4	97	0.81	120
5	27	0.91	30
6	0	0.95	
TOTAL	587		

NOVIEMBRE-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.45	
7	11	0.36	30
8	26	0.22	120
9	12	0.05	240
10	0		420
11	0		480
12	0		600
1	0		480
2	0		420
3	0		240
4	0		120
5	0		30
6	0		
TOTAL	49		

NOVIEMBRE-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		120
9	0		240
10	0		420
11	0		480
12	0		600
1	0		480
2	0		420
3	12	0.05	240
4	26	0.22	120
5	11	0.36	30
6	0	0.45	
TOTAL	49		

DICIEMBRE-OESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		59
9	0		189
10	0		385
11	0		474
12	0	0	593
1	114	0.240	474
2	189	0.490	385
3	123	0.650	189
4	47	0.790	59
5	26	0.880	30
6	0	0.930	
TOTAL	498		

DICIEMBRE-NORESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.41	
7	9	0.29	30
8	10	0.17	59
9	0	0	189
10	0		385
11	0		474
12	0		593
1	0		474
2	0		385
3	0		189
4	0		59
5	0		30
6	0		
TOTAL	19		

DICIEMBRE-NOROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		59
9	0		189
10	0		385
11	0		474
12	0		593
1	0		474
2	0		385
3	0	0.00	189
4	10	0.17	59
5	9	0.29	30
6	0	0.41	
TOTAL	19		

ENERO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.89	0
7	29	0.93	31
8	56	0.94	62
9	166	0.89	186
10	294	0.79	372
11	348	0.66	527
12	332	0.51	651
1	179	0.34	527
2	52	0.14	372
3	0		186
4	0		62
5	0		31
6	0		
TOTAL	1458		

ENERO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		0
7	0		31
8	0		62
9	0		186
10	52	0.14	372
11	179	0.34	527
12	332	0.51	651
1	348	0.66	527
2	294	0.79	372
3	166	0.89	186
4	56	0.94	62
5	29	0.93	31
6	0	0.89	
TOTAL	1458		

ENERO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	0
7	2	0.07	31
8	17	0.28	62
9	84	0.45	186
10	218	0.59	372
11	353	0.67	527
12	460	0.71	651
1	353	0.67	527
2	218	0.59	372
3	84	0.45	186
4	17	0.28	62
5	2	0.07	31
6	0	0.00	0
TOTAL	1809		

FEBRERO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.82	
7	29	0.86	34
8	59	0.87	68
9	168	0.82	205
10	296	0.72	411
11	343	0.59	582
12	302	0.42	719
1	134	0.23	582
2	12	0.03	411
3	0		205
4	0		68
5	0		34
6	0		
TOTAL	1344		

FEBRERO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		34
8	0		68
9	0		205
10	12	0.03	411
11	134	0.23	582
12	302	0.42	719
1	343	0.59	582
2	296	0.72	411
3	168	0.82	205
4	59	0.87	68
5	29	0.86	34
6	0	0.82	
TOTAL	1344		

FEBRERO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	
7	5	0.16	34
8	24	0.36	68
9	112	0.54	205
10	285	0.69	411
11	452	0.78	582
12	582	0.81	719
1	452	0.78	582
2	285	0.69	411
3	112	0.54	205
4	24	0.36	68
5	5	0.16	34
6	0	0.00	
TOTAL	2339		

MARZO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	41	0.71	58
7	89	0.77	115
8	263	0.76	346
9	374	0.72	519
10	393	0.62	634
11	395	0.49	807
12	268	0.31	865
1	89	0.110	807
2	0		634
3	0		519
4	0		346
5	0		115
6	0		58
TOTAL	1912		

MARZO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		58
7	0		115
8	0		346
9	0		519
10	0		634
11	89	0.11	807
12	268	0.31	865
1	395	0.49	807
2	393	0.62	634
3	374	0.72	519
4	263	0.76	346
5	89	0.77	115
6	41	0.71	58
TOTAL	1912		

MARZO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	58
7	26	0.22	115
8	157	0.45	346
9	333	0.64	519
10	493	0.78	634
11	699	0.87	807
12	777	0.90	865
1	699	0.87	807
2	493	0.78	634
3	333	0.64	519
4	157	0.45	346
5	26	0.22	115
6	0	0.00	58
TOTAL	4191		

ABRIL-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	34	0.56	61
7	112	0.61	184
8	224	0.61	368
9	310	0.56	553
10	346	0.47	737
11	275	0.32	860
12	147	0.16	921
1	0		860
2	0		737
3	0		553
4	0		368
5	0		184
6	0		61
TOTAL	1450		

ABRIL-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		61
7	0		184
8	0		368
9	0		553
10	0		737
11	0		860
12	147	0.16	921
1	275	0.32	860
2	346	0.47	737
3	310	0.56	553
4	224	0.61	368
5	112	0.61	184
6	34	0.56	61
TOTAL	1450		

ABRIL-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	5	0.09	61
7	60	0.33	184
8	195	0.53	368
9	398	0.72	553
10	632	0.86	737
11	813	0.95	860
12	897	0.97	921
1	813	0.95	860
2	632	0.86	737
3	398	0.72	553
4	195	0.53	368
5	60	0.33	184
6	5	0.09	61
TOTAL	5100		

MAYO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	28	0.43	65
7	96	0.49	196
8	192	0.49	392
9	230	0.44	523
10	252	0.35	719
11	210	0.23	915
12	59	0.06	980
1	0		915
2	0		719
3	0		523
4	0		392
5	0		196
6	0		65
TOTAL	1067		

MAYO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		65
7	0		196
8	0		392
9	0		523
10	0		719
11	0		915
12	59	0.06	980
1	210	0.23	915
2	252	0.35	719
3	230	0.44	523
4	192	0.49	392
5	96	0.49	196
6	28	0.43	65
TOTAL	1067		

MAYO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	10	0.16	65
7	73	0.37	196
8	225	0.57	392
9	394	0.75	523
10	634	0.88	719
11	883	0.97	915
12	976	1.00	980
1	883	0.97	915
2	634	0.88	719
3	394	0.75	523
4	225	0.57	392
5	73	0.37	196
6	10	0.16	65
TOTAL	5415		

JUNIO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	65	0.40	162
7	182	0.45	404
8	234	0.45	519
9	276	0.40	691
10	250	0.31	808
11	169	0.19	889
12	19	0.02	970
1	0		889
2	0		808
3	0		691
4	0		519
5	0		404
6	0		162
TOTAL	1195		

JUNIO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		162
7	0		404
8	0		519
9	0		691
10	0		808
11	0		889
12	19	0.02	970
1	169	0.19	889
2	250	0.31	808
3	276	0.40	691
4	234	0.45	519
5	182	0.45	404
6	65	0.40	162
TOTAL	1195		

JUNIO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	28	0.17	162
7	158	0.39	404
8	305	0.59	519
9	521	0.75	691
10	720	0.89	808
11	862	0.97	889
12	969	1.00	970
1	862	0.97	889
2	720	0.89	808
3	521	0.75	691
4	305	0.59	519
5	158	0.39	404
6	28	0.17	162
TOTAL	6156		

JULIO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	74	0.43	173
7	212	0.49	432
8	277	0.49	566
9	320	0.44	727
10	302	0.35	864
11	219	0.23	951
12	62	0.06	1037
1	0		951
2	0		864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	1467		

JULIO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	0		864
11	0		951
12	62	0.06	1037
1	219	0.23	951
2	302	0.35	864
3	320	0.44	727
4	277	0.49	566
5	212	0.49	432
6	74	0.43	173
TOTAL	1467		

JULIO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	27	0.16	173
7	162	0.37	432
8	324	0.57	566
9	548	0.75	727
10	762	0.88	864
11	918	0.97	951
12	1033	1.00	1037
1	918	0.97	951
2	762	0.88	864
3	548	0.75	727
4	324	0.57	566
5	162	0.37	432
6	27	0.16	173
TOTAL	6514		

AGOSTO-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	36	0.56	64
7	78	-0.61	128
8	235	0.61	385
9	324	0.56	578
10	362	0.47	770
11	288	0.32	899
12	154	0.16	963
1	0		899
2	0		770
3	0		578
4	0		385
5	0		128
6	0		64
TOTAL	1476		

AGOSTO-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		64
7	0		128
8	0		385
9	0		578
10	0		770
11	0		899
12	154	0.16	963
1	288	0.32	899
2	362	0.47	770
3	324	0.56	578
4	235	0.61	385
5	78	0.61	128
6	36	0.56	64
TOTAL	1476		

AGOSTO-HORIZONTAL			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	6	0.09	64
7	42	0.33	128
8	204	0.53	385
9	416	0.72	578
10	660	0.86	770
11	850	0.95	899
12	938	0.97	963
1	850	0.95	899
2	660	0.86	770
3	416	0.72	578
4	204	0.53	385
5	42	0.33	128
6	6	0.09	64
TOTAL	5290		

SEPTIEMBRE-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	123	0.71	173
7	333	0.77	432
8	430	0.76	566
9	523	0.72	727
10	536	0.62	864
11	466	0.49	951
12	321	0.31	1037
1	105	0.110	951
2	0		864
3	0		727
4	0		566
5	0		432
6	0		173
TOTAL	2837		

SEPTIEMBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		173
7	0		432
8	0		566
9	0		727
10	0		864
11	105	0.11	951
12	321	0.31	1037
1	466	0.49	951
2	536	0.62	864
3	523	0.72	727
4	430	0.76	566
5	333	0.77	432
6	123	0.71	173
TOTAL	2837		

SEPTIEMBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	173
7	97	0.22	432
8	256	0.45	566
9	467	0.64	727
10	671	0.78	864
11	824	0.87	951
12	931	0.90	1037
1	824	0.87	951
2	671	0.78	864
3	467	0.64	727
4	256	0.45	566
5	97	0.22	432
6	0	0.00	173
TOTAL	5561		

OCTUBRE-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.82	
7	79	0.86	92
8	159	0.87	183
9	338	0.82	412
10	396	0.72	550
11	378	0.59	641
12	308	0.42	733
1	147	0.23	641
2	17	0.03	550
3	0		412
4	0		183
5	0		92
6	0		
TOTAL	1822		

OCTUBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		92
8	0		183
9	0		412
10	17	0.03	550
11	147	0.23	641
12	308	0.42	733
1	378	0.59	641
2	396	0.72	550
3	338	0.82	412
4	159	0.87	183
5	79	0.86	92
6	0	0.82	
TOTAL	1822		

OCTUBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	
7	14	0.16	92
8	66	0.36	183
9	224	0.54	412
10	382	0.69	550
11	498	0.78	641
12	593	0.81	733
1	498	0.78	641
2	382	0.69	550
3	224	0.54	412
4	66	0.36	183
5	14	0.16	92
6	0	0.00	
TOTAL	2960		

NOVIEMBRE-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.89	
7	28	0.93	30
8	113	0.94	120
9	214	0.89	240
10	332	0.79	420
11	317	0.66	480
12	306	0.51	600
1	163	0.34	480
2	59	0.14	420
3	0		240
4	0		120
5	0		30
6	0		
TOTAL	1531		

NOVIEMBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		120
9	0		240
10	59	0.14	420
11	163	0.34	480
12	306	0.51	600
1	317	0.66	480
2	332	0.79	420
3	214	0.89	240
4	113	0.94	120
5	28	0.93	30
6	0	0.89	
TOTAL	1531		

NOVIEMBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	
7	2	0.07	30
8	33	0.28	120
9	109	0.45	240
10	247	0.59	420
11	321	0.67	480
12	424	0.71	600
1	321	0.67	480
2	247	0.59	420
3	109	0.45	240
4	33	0.28	120
5	2	0.07	30
6	0	0.00	
TOTAL	1847		

DICIEMBRE-SURESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.91	
7	29	0.98	30
8	57	0.96	59
9	172	0.91	189
10	320	0.83	385
11	327	0.69	474
12	314	0.53	593
1	166	0.35	474
2	50	0.13	385
3	0	0.00	189
4	0		59
5	0		30
6	0		
TOTAL	1434		

DICIEMBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0		
7	0		30
8	0		59
9	0		189
10	50	0.13	385
11	166	0.35	474
12	314	0.53	593
1	327	0.69	474
2	320	0.83	385
3	172	0.91	189
4	57	0.96	59
5	29	0.98	30
6	0	0.91	
TOTAL	1434		

DICIEMBRE-SUROESTE			
HORA	ID	cos teta	IDN
6	0	0.00	
7	1	0.03	30
8	14	0.24	59
9	77	0.41	189
10	209	0.54	385
11	298	0.63	474
12	389	0.66	593
1	298	0.63	474
2	209	0.54	385
3	77	0.41	189
4	14	0.24	59
5	1	0.03	30
6	0	0.00	
TOTAL	1588		

APÉNDICE C3

ÁNGULOS DE INCIDENCIA SOBRE SUPERFICIES VERTICALES EN MONTERREY.

Los ángulos de incidencia sobre superficies horizontales ($\theta = \cos(\text{sen}\beta)$)

ÁNGULOS DE INCIDENCIA ENERO/NOVIEMBRE													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE													
SUR	72	66	59	53	49	45	44	45	49	53	59	66	72
OESTE							90	77	62	48	36	24	18
NESTE	63	69	78	87									
NOESTE										87	78	69	63
SURESTE	27	21	21	27	37	49	60	70	82				
SUROESTE					82	70	60	49	37	27	21	21	27

ÁNGULOS DE INCIDENCIA FEBRERO/OCTUBRE													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE													
SUR	80	74	68	62	58	55	54	55	58	62	68	74	80
ESTE	11	18	32	46	61	75	90						
OESTE							90	75	61	46	32	18	11
NESTE	55	61	71	81									
NOESTE										81	71	61	55
SURESTE	35	31	30	35	44	54	65	77	88				
SUROESTE					88	77	65	54	44	35	30	31	35

ÁNGULOS DE INCIDENCIA MARZO/SEPTIEMBRE													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE													
SUR	90	83	78	72	68	65	64	65	68	72	78	83	90
ESTE	0	14	31	46	60	75	90						
OESTE							90	75	60	46	31	14	0
NESTE	45	53	63	74	85								
NOESTE									85	74	63	53	45
SURESTE	45	40	41	44	52	61	72	84					
SUROESTE						84	72	61	52	44	41	40	45

ÁNGULOS DE INCIDENCIA ABRIL/AGOSTO													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE													
SUR	79	85										85	79
ESTE			89	84	80	78	77	78	80	84	89		
ESTE	11	20	32	46	61	76	90						
OESTE							90	76	61	46	32	20	11
NESTE	34	44	54	66	77	89							
NOESTE								89	77	66	54	44	34
SURESTE	56	52	52	56	62	71	81						
SUROESTE						81	71	62	56	52	52	52	56

ÁNGULOS DE INCIDENCIA MAYO/JULIO													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE	71	78	83	88						88	83	78	71
SUR					88	86	85	86	88				
ESTE	21	25	36	49	62	76	90						
OESTE							90	76	62	49	36	25	21
NESTE	27	38	49	61	72	83							
NOESTE								83	72	61	49	38	27
SURESTE	64	61	60	64	69	77	86						
SUROESTE							86	77	69	64	60	61	64

ÁNGULOS DE INCIDENCIA JUNIO													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE	70	76	81	85	89				89	85	81	76	70
SUR						76	90	76					
ESTE	23	28	38	49	63	76	90						
OESTE							90	76	63	49	38	28	23
NESTE	26	36	48	59	71	81							
NOESTE								81	71	59	48	36	26
SURESTE	66	63	63	66	72	79	89						
SUROESTE							89	79	72	66	63	63	66

ÁNGULOS DE INCIDENCIA DICIEMBRE													
HORA	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
NORTE													
SUR	69	62	56	49	47	42	41	42	47	49	56	62	69
ESTE	22	28	38	49	61	76	90						
OESTE							90	76	61	49	38	28	22
NESTE	66	73	80	90									
NOESTE										90	80	73	66
SURESTE	24	16	16	24	34	46	58	70	83	90			
SUROESTE				90	83	70	58	46	34	24	16	16	24

APÉNDICE C4

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES VERTICALES

ENERO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.058	0	0.5
7	1	0.058	31	0.5
8	2	0.058	62	0.5
9	5	0.058	186	0.5
10	11	0.058	372	0.5
11	15	0.058	527	0.5
12	19	0.058	651	0.5
1	15	0.058	527	0.5
2	11	0.058	372	0.5
3	5	0.058	186	0.5
4	2	0.058	62	0.5
5	1	0.058	31	0.5
6	0	0.058		0.5

FEBRERO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.060		0.5
7	1	0.060	34	0.5
8	2	0.060	68	0.5
9	6	0.060	205	0.5
10	12	0.060	411	0.5
11	17	0.060	582	0.5
12	22	0.060	719	0.5
1	17	0.060	582	0.5
2	12	0.060	411	0.5
3	6	0.060	205	0.5
4	2	0.060	68	0.5
5	1	0.060	34	0.5
6	0	0.060		0.5

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES VERTICALES

MARZO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	2	0.071	58	0.5
7	4	0.071	115	0.5
8	12	0.071	346	0.5
9	18	0.071	519	0.5
10	23	0.071	634	0.5
11	29	0.071	807	0.5
12	31	0.071	865	0.5
1	29	0.071	807	0.5
2	23	0.071	634	0.5
3	18	0.071	519	0.5
4	12	0.071	346	0.5
5	4	0.071	115	0.5
6	2	0.071	58	0.5

ABRIL				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	3	0.097	61	0.5
7	9	0.097	184	0.5
8	18	0.097	368	0.5
9	27	0.097	553	0.5
10	36	0.097	737	0.5
11	42	0.097	860	0.5
12	45	0.097	921	0.5
1	42	0.097	860	0.5
2	36	0.097	737	0.5
3	27	0.097	553	0.5
4	18	0.097	368	0.5
5	9	0.097	184	0.5
6	3	0.097	61	0.5

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES HORIZONTALES

ENERO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.058	0	1.0
7	2	0.058	31	1.0
8	4	0.058	62	1.0
9	11	0.058	186	1.0
10	22	0.058	372	1.0
11	31	0.058	527	1.0
12	38	0.058	651	1.0
1	31	0.058	527	1.0
2	22	0.058	372	1.0
3	11	0.058	186	1.0
4	4	0.058	62	1.0
5	2	0.058	31	1.0
6	0	0.058		1.0

FEBRERO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.060		1.0
7	2	0.060	34	1.0
8	4	0.060	68	1.0
9	12	0.060	205	1.0
10	25	0.060	411	1.0
11	35	0.060	582	1.0
12	43	0.060	719	1.0
1	35	0.060	582	1.0
2	25	0.060	411	1.0
3	12	0.060	205	1.0
4	4	0.060	68	1.0
5	2	0.060	34	1.0
6	0	0.060		1.0

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES HORIZONTALES

MARZO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	4	0.071	58	1.0
7	8	0.071	115	1.0
8	25	0.071	346	1.0
9	37	0.071	519	1.0
10	45	0.071	634	1.0
11	57	0.071	807	1.0
12	61	0.071	865	1.0
1	57	0.071	807	1.0
2	45	0.071	634	1.0
3	37	0.071	519	1.0
4	25	0.071	346	1.0
5	8	0.071	115	1.0
6	4	0.071	58	1.0

ABRIL				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	6	0.097	61	1.0
7	18	0.097	184	1.0
8	36	0.097	368	1.0
9	54	0.097	553	1.0
10	71	0.097	737	1.0
11	83	0.097	860	1.0
12	89	0.097	921	1.0
1	83	0.097	860	1.0
2	71	0.097	737	1.0
3	54	0.097	553	1.0
4	36	0.097	368	1.0
5	18	0.097	184	1.0
6	6	0.097	61	1.0

RADIACIÓN DIFUSA SUPERFICIES VERTICALES

MAYO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	4	0.121	65	0.5
7	12	0.121	196	0.5
8	24	0.121	392	0.5
9	32	0.121	523	0.5
10	43	0.121	719	0.5
11	55	0.121	915	0.5
12	59	0.121	980	0.5
1	55	0.121	915	0.5
2	43	0.121	719	0.5
3	32	0.121	523	0.5
4	24	0.121	392	0.5
5	12	0.121	196	0.5
6	4	0.121	65	0.5

JUNIO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	11	0.134	162	0.5
7	27	0.134	404	0.5
8	35	0.134	519	0.5
9	46	0.134	691	0.5
10	54	0.134	808	0.5
11	60	0.134	889	0.5
12	65	0.134	970	0.5
1	60	0.134	889	0.5
2	54	0.134	808	0.5
3	46	0.134	691	0.5
4	35	0.134	519	0.5
5	27	0.134	404	0.5
6	11	0.134	162	0.5

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES VERTICALES

JULIO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	12	0.136	173	0.5
7	29	0.136	432	0.5
8	38	0.136	566	0.5
9	49	0.136	727	0.5
10	59	0.136	864	0.5
11	65	0.136	951	0.5
12	71	0.136	1037	0.5
1	65	0.136	951	0.5
2	59	0.136	864	0.5
3	49	0.136	727	0.5
4	38	0.136	566	0.5
5	29	0.136	432	0.5
6	12	0.136	173	0.5

AGOSTO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	4	0.122	64	0.5
7	8	0.122	128	0.5
8	23	0.122	385	0.5
9	35	0.122	578	0.5
10	47	0.122	770	0.5
11	55	0.122	899	0.5
12	59	0.122	963	0.5
1	55	0.122	899	0.5
2	47	0.122	770	0.5
3	35	0.122	578	0.5
4	23	0.122	385	0.5
5	8	0.122	128	0.5
6	4	0.122	64	0.5

RADIACIÓN DIFUSA SUPERFICIES HORIZONTALES

MAYO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	8	0.121	65	1.0
7	24	0.121	196	1.0
8	47	0.121	392	1.0
9	63	0.121	523	1.0
10	87	0.121	719	1.0
11	111	0.121	915	1.0
12	119	0.121	980	1.0
1	111	0.121	915	1.0
2	87	0.121	719	1.0
3	63	0.121	523	1.0
4	47	0.121	392	1.0
5	24	0.121	196	1.0
6	8	0.121	65	1.0

JUNIO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	22	0.134	162	1.0
7	54	0.134	404	1.0
8	70	0.134	519	1.0
9	93	0.134	691	1.0
10	108	0.134	808	1.0
11	119	0.134	889	1.0
12	130	0.134	970	1.0
1	119	0.134	889	1.0
2	108	0.134	808	1.0
3	93	0.134	691	1.0
4	70	0.134	519	1.0
5	54	0.134	404	1.0
6	22	0.134	162	1.0

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES HORIZONTALES

JULIO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	24	0.136	173	1.0
7	59	0.136	432	1.0
8	77	0.136	566	1.0
9	99	0.136	727	1.0
10	118	0.136	864	1.0
11	129	0.136	951	1.0
12	141	0.136	1037	1.0
1	129	0.136	951	1.0
2	118	0.136	864	1.0
3	99	0.136	727	1.0
4	77	0.136	566	1.0
5	59	0.136	432	1.0
6	24	0.136	173	1.0

AGOSTO				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	8	0.122	64	1.0
7	16	0.122	128	1.0
8	47	0.122	385	1.0
9	71	0.122	578	1.0
10	94	0.122	770	1.0
11	110	0.122	899	1.0
12	117	0.122	963	1.0
1	110	0.122	899	1.0
2	94	0.122	770	1.0
3	71	0.122	578	1.0
4	47	0.122	385	1.0
5	16	0.122	128	1.0
6	8	0.122	64	1.0

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES VERTICALES

SEPTIEMBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	3	0.091	61	0.5
7	8	0.091	183	0.5
8	17	0.091	366	0.5
9	25	0.091	549	0.5
10	33	0.091	732	0.5
11	39	0.091	854	0.5
12	42	0.091	915	0.5
1	39	0.091	854	0.5
2	33	0.091	732	0.5
3	25	0.091	549	0.5
4	17	0.091	366	0.5
5	8	0.091	183	0.5
6	3	0.091	61	0.5

OCTUBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.073		0.5
7	3	0.073	92	0.5
8	7	0.073	183	0.5
9	15	0.073	412	0.5
10	20	0.073	550	0.5
11	23	0.073	641	0.5
12	27	0.073	733	0.5
1	23	0.073	641	0.5
2	20	0.073	550	0.5
3	15	0.073	412	0.5
4	7	0.073	183	0.5
5	3	0.073	92	0.5
6	0	0.073		0.5

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES VERTICALES

NOVIEMBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.063		0.5
7	1	0.063	30	0.5
8	4	0.063	120	0.5
9	8	0.063	240	0.5
10	13	0.063	420	0.5
11	15	0.063	480	0.5
12	19	0.063	600	0.5
1	15	0.063	480	0.5
2	13	0.063	420	0.5
3	8	0.063	240	0.5
4	4	0.063	120	0.5
5	1	0.063	30	0.5
6	0	0.063		0.5

DICIEMBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.057		0.5
7	1	0.057	30	0.5
8	2	0.057	59	0.5
9	5	0.057	189	0.5
10	11	0.057	385	0.5
11	14	0.057	474	0.5
12	17	0.057	593	0.5
1	14	0.057	474	0.5
2	11	0.057	385	0.5
3	5	0.057	189	0.5
4	2	0.057	59	0.5
5	1	0.057	30	0.5
6	0	0.057		0.5

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES HORIZONTALES

SEPTIEMBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	6	0.091	61	1.0
7	17	0.091	183	1.0
8	33	0.091	366	1.0
9	50	0.091	549	1.0
10	67	0.091	732	1.0
11	78	0.091	854	1.0
12	83	0.091	915	1.0
1	78	0.091	854	1.0
2	67	0.091	732	1.0
3	50	0.091	549	1.0
4	33	0.091	366	1.0
5	17	0.091	183	1.0
6	6	0.091	61	1.0

OCTUBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.073		1.0
7	7	0.073	92	1.0
8	13	0.073	183	1.0
9	30	0.073	412	1.0
10	40	0.073	550	1.0
11	47	0.073	641	1.0
12	54	0.073	733	1.0
1	47	0.073	641	1.0
2	40	0.073	550	1.0
3	30	0.073	412	1.0
4	13	0.073	183	1.0
5	7	0.073	92	1.0
6	0	0.073		1.0

RADIACION DIFUSA SUPERFICIES HORIZONTALES

NOVIEMBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.063		1.0
7	2	0.063	30	1.0
8	8	0.063	120	1.0
9	15	0.063	240	1.0
10	26	0.063	420	1.0
11	30	0.063	480	1.0
12	38	0.063	600	1.0
1	30	0.063	480	1.0
2	26	0.063	420	1.0
3	15	0.063	240	1.0
4	8	0.063	120	1.0
5	2	0.063	30	1.0
6	0	0.063		1.0

DICIEMBRE				
HORA	Id	C	IDN	FSS
6	0	0.057		1.0
7	2	0.057	30	1.0
8	3	0.057	59	1.0
9	11	0.057	189	1.0
10	22	0.057	385	1.0
11	27	0.057	474	1.0
12	34	0.057	593	1.0
1	27	0.057	474	1.0
2	22	0.057	385	1.0
3	11	0.057	189	1.0
4	3	0.057	59	1.0
5	2	0.057	30	1.0
6	0	0.057		1.0

APÉNDICE C5

Radiación reflejada (IDN promedio) cesped 0.25

ENERO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6		0.058	0	0	0
7	10	0.058	31	0.2806	1
8	21	0.058	62	0.2756	3
9	95	0.058	186	0.454	12
10	240	0.058	372	0.5878	30
11	383	0.058	527	0.6691	48
12	498	0.058	651	0.7071	62
1	383	0.058	527	0.6691	48
2	240	0.058	372	0.5878	30
3	95	0.058	186	0.454	12
4	21	0.058	62	0.2756	3
5	10	0.058	31	0.2806	1
6	0	0.058		0	0

FEBRERO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.060		0	0
7	7	0.060	34	0.1564	1
8	28	0.060	68	0.3584	4
9	124	0.060	205	0.5446	15
10	310	0.060	411	0.6947	39
11	487	0.060	582	0.7771	61
12	625	0.060	719	0.809	78
1	487	0.060	582	0.7771	61
2	310	0.060	411	0.6947	39
3	124	0.060	205	0.5446	15
4	28	0.060	68	0.3584	4
5	7	0.060	34	0.1564	1
6	0	0.060		0	0

Radiación reflejada (IDN promedio) concreto nuevo 0.32

ENERO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6		0.058	0	0	0
7	10	0.058	31	0.2806	2
8	21	0.058	62	0.2756	3
9	95	0.058	186	0.454	15
10	240	0.058	372	0.5878	38
11	383	0.058	527	0.6691	61
12	498	0.058	651	0.7071	80
1	383	0.058	527	0.6691	61
2	240	0.058	372	0.5878	38
3	95	0.058	186	0.454	15
4	21	0.058	62	0.2756	3
5	10	0.058	31	0.2806	2
6	0	0.058		0	0

FEBRERO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.060		0	0
7	7	0.060	34	0.1564	1
8	28	0.060	68	0.3584	5
9	124	0.060	205	0.5446	20
10	310	0.060	411	0.6947	50
11	487	0.060	582	0.7771	78
12	625	0.060	719	0.809	100
1	487	0.060	582	0.7771	78
2	310	0.060	411	0.6947	50
3	124	0.060	205	0.5446	20
4	28	0.060	68	0.3584	5
5	7	0.060	34	0.1564	1
6	0	0.060		0	0

Radiación reflejada (IDN promedio) cesp d

MARZO					
HORA	I _{tH}	C	IDN	SEN β	I _r
6	0	0.071	58	0	0
7	34	0.071	115	0.225	4
8	182	0.071	346	0.454	23
9	370	0.071	519	0.6428	46
10	538	0.071	634	0.7771	67
11	756	0.071	807	0.866	95
12	839	0.071	865	0.8988	105
1	756	0.071	807	0.866	95
2	538	0.071	634	0.7771	67
3	370	0.071	519	0.6428	46
4	182	0.071	346	0.454	23
5	34	0.071	115	0.225	4
6	0	0.071	58	0	0

ABRIL					
HORA	I _{tH}	C	IDN	SEN β	I _r
6	11	0.097	61	0.087	1
7	78	0.097	184	0.3256	10
8	231	0.097	368	0.5299	29
9	451	0.097	553	0.7193	56
10	703	0.097	737	0.8572	88
11	897	0.097	860	0.9455	112
12	987	0.097	921	0.9744	123
1	897	0.097	860	0.9455	112
2	703	0.097	737	0.8572	88
3	451	0.097	553	0.7193	56
4	231	0.097	368	0.5299	29
5	78	0.097	184	0.3256	10
6	11	0.097	61	0.087	1

Radiación reflejada (IDN promedio) concreto nuevo 0.32

MARZO					
HORA	I _{tH}	C	IDN	SEN β	I _r
6	0	0.071	58	0	0
7	34	0.071	115	0.225	5
8	182	0.071	346	0.454	29
9	370	0.071	519	0.6428	59
10	538	0.071	634	0.7771	86
11	756	0.071	807	0.866	121
12	839	0.071	865	0.8988	134
1	756	0.071	807	0.866	121
2	538	0.071	634	0.7771	86
3	370	0.071	519	0.6428	59
4	182	0.071	346	0.454	29
5	34	0.071	115	0.225	5
6	0	0.071	58	0	0

ABRIL					
HORA	I _{tH}	C	IDN	SEN β	I _r
6	11	0.097	61	0.087	2
7	78	0.097	184	0.3256	12
8	231	0.097	368	0.5299	37
9	451	0.097	553	0.7193	72
10	703	0.097	737	0.8572	113
11	897	0.097	860	0.9455	143
12	987	0.097	921	0.9744	158
1	897	0.097	860	0.9455	143
2	703	0.097	737	0.8572	113
3	451	0.097	553	0.7193	72
4	231	0.097	368	0.5299	37
5	78	0.097	184	0.3256	12
6	11	0.097	61	0.087	2

Radiación reflejada (IDN promedio) cesped

MAYO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	18	0.121	65	0.1564	2
7	97	0.121	196	0.3746	12
8	272	0.121	392	0.5736	34
9	458	0.121	523	0.7547	57
10	722	0.121	719	0.8829	90
11	995	0.121	915	0.9659	124
12	1095	0.121	980	0.9962	137
1	995	0.121	915	0.9659	124
2	722	0.121	719	0.8829	90
3	458	0.121	523	0.7547	57
4	272	0.121	392	0.5736	34
5	97	0.121	196	0.3746	12
6	18	0.121	65	0.1564	2

JUNIO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	50	0.134	162	0.1736	6
7	212	0.134	404	0.3907	26
8	375	0.134	519	0.5878	47
9	614	0.134	691	0.7547	77
10	828	0.134	808	0.891	104
11	982	0.134	889	0.9703	123
12	1099	0.134	970	0.9994	137
1	982	0.134	889	0.9703	123
2	828	0.134	808	0.891	104
3	614	0.134	691	0.7547	77
4	375	0.134	519	0.5878	47
5	212	0.134	404	0.3907	26
6	50	0.134	162	0.1736	6

Radiación reflejada (IDN promedio) concreto nuevo 0.32

MAYO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	18	0.121	65	0.1564	3
7	97	0.121	196	0.3746	16
8	272	0.121	392	0.5736	44
9	458	0.121	523	0.7547	73
10	722	0.121	719	0.8829	115
11	995	0.121	915	0.9659	159
12	1095	0.121	980	0.9962	175
1	995	0.121	915	0.9659	159
2	722	0.121	719	0.8829	115
3	458	0.121	523	0.7547	73
4	272	0.121	392	0.5736	44
5	97	0.121	196	0.3746	16
6	18	0.121	65	0.1564	3

JUNIO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	50	0.134	162	0.1736	8
7	212	0.134	404	0.3907	34
8	375	0.134	519	0.5878	60
9	614	0.134	691	0.7547	98
10	828	0.134	808	0.891	133
11	982	0.134	889	0.9703	157
12	1099	0.134	970	0.9994	176
1	982	0.134	889	0.9703	157
2	828	0.134	808	0.891	133
3	614	0.134	691	0.7547	98
4	375	0.134	519	0.5878	60
5	212	0.134	404	0.3907	34
6	50	0.134	162	0.1736	8

Radiación reflejada (IDN promedio) cesped

JULIO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	51	0.136	173	0.1564	6
7	221	0.136	432	0.3746	28
8	402	0.136	566	0.5736	50
9	648	0.136	727	0.7547	81
10	880	0.136	864	0.8829	110
11	1048	0.136	951	0.9659	131
12	1174	0.136	1037	0.9962	147
1	1048	0.136	951	0.9659	131
2	880	0.136	864	0.8829	110
3	648	0.136	727	0.7547	81
4	402	0.136	566	0.5736	50
5	221	0.136	432	0.3746	28
6	51	0.136	173	0.1564	6

AGOSTO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	13	0.122	64	0.087	2
7	57	0.122	128	0.3256	7
8	251	0.122	385	0.5299	31
9	486	0.122	578	0.7193	61
10	754	0.122	770	0.8572	94
11	960	0.122	899	0.9455	120
12	1056	0.122	963	0.9744	132
1	960	0.122	899	0.9455	120
2	754	0.122	770	0.8572	94
3	486	0.122	578	0.7193	61
4	251	0.122	385	0.5299	31
5	57	0.122	128	0.3256	7
6	13	0.122	64	0.087	2

Radiación reflejada (IDN promedio) concreto nuevo 0.32

JULIO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	51	0.136	173	0.1564	8
7	221	0.136	432	0.3746	35
8	402	0.136	566	0.5736	64
9	648	0.136	727	0.7547	104
10	880	0.136	864	0.8829	141
11	1048	0.136	951	0.9659	168
12	1174	0.136	1037	0.9962	188
1	1048	0.136	951	0.9659	168
2	880	0.136	864	0.8829	141
3	648	0.136	727	0.7547	104
4	402	0.136	566	0.5736	64
5	221	0.136	432	0.3746	35
6	51	0.136	173	0.1564	8

AGOSTO					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	13	0.122	64	0.087	2
7	57	0.122	128	0.3256	9
8	251	0.122	385	0.5299	40
9	486	0.122	578	0.7193	78
10	754	0.122	770	0.8572	121
11	960	0.122	899	0.9455	154
12	1056	0.122	963	0.9744	169
1	960	0.122	899	0.9455	154
2	754	0.122	770	0.8572	121
3	486	0.122	578	0.7193	78
4	251	0.122	385	0.5299	40
5	57	0.122	128	0.3256	9
6	13	0.122	64	0.087	2

Radiación reflejada (IDN promedio) cesped

SEPTIEMBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6		0.091	61	0	0
7	58	0.091	183	0.225	7
8	199	0.091	366	0.454	25
9	403	0.091	549	0.6428	50
10	635	0.091	732	0.7771	79
11	817	0.091	854	0.866	102
12	906	0.091	915	0.8988	113
1	817	0.091	854	0.866	102
2	635	0.091	732	0.7771	79
3	403	0.091	549	0.6428	50
4	199	0.091	366	0.454	25
5	58	0.091	183	0.225	7
6		0.091	61	0	0

OCTUBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.073	0	0	0
7	21	0.073	92	0.1564	3
8	79	0.073	183	0.3584	10
9	254	0.073	412	0.5446	32
10	422	0.073	550	0.6947	53
11	545	0.073	641	0.7771	68
12	647	0.073	733	0.809	81
1	545	0.073	641	0.7771	68
2	422	0.073	550	0.6947	53
3	254	0.073	412	0.5446	32
4	79	0.073	183	0.3584	10
5	21	0.073	92	0.1564	3
6	0	0.073	0	0	0

Radiación reflejada (IDN promedio) concreto nuevo 0.32

SEPTIEMBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6		0.091	61	0	0
7	58	0.091	183	0.225	9
8	199	0.091	366	0.454	32
9	403	0.091	549	0.6428	64
10	635	0.091	732	0.7771	102
11	817	0.091	854	0.866	131
12	906	0.091	915	0.8988	145
1	817	0.091	854	0.866	131
2	635	0.091	732	0.7771	102
3	403	0.091	549	0.6428	64
4	199	0.091	366	0.454	32
5	58	0.091	183	0.225	9
6		0.091	61	0	0

OCTUBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.073	0	0	0
7	21	0.073	92	0.1564	3
8	79	0.073	183	0.3584	13
9	254	0.073	412	0.5446	41
10	422	0.073	550	0.6947	68
11	545	0.073	641	0.7771	87
12	647	0.073	733	0.809	103
1	545	0.073	641	0.7771	87
2	422	0.073	550	0.6947	68
3	254	0.073	412	0.5446	41
4	79	0.073	183	0.3584	13
5	21	0.073	92	0.1564	3
6	0	0.073	0	0	0

Radiación reflejada (IDN promedio) cesped

NOVIEMBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.063		0	0
7	10	0.063	30	0.2806	1
8	41	0.063	120	0.2756	5
9	124	0.063	240	0.454	16
10	273	0.063	420	0.5878	34
11	351	0.063	480	0.6691	44
12	462	0.063	600	0.7071	58
1	351	0.063	480	0.6691	44
2	273	0.063	420	0.5878	34
3	124	0.063	240	0.454	16
4	41	0.063	120	0.2756	5
5	10	0.063	30	0.2806	1
6	0	0.063		0	0

DICIEMBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.057		0	0
7	3	0.057	30	0.035	0
8	18	0.057	59	0.2419	2
9	88	0.057	189	0.4067	11
10	232	0.057	385	0.5446	29
11	325	0.057	474	0.6293	41
12	423	0.057	593	0.6561	53
1	325	0.057	474	0.6293	41
2	232	0.057	385	0.5446	29
3	88	0.057	189	0.4067	11
4	18	0.057	59	0.2419	2
5	3	0.057	30	0.035	0
6	0	0.057		0	0

Radiación reflejada (IDN promedio) concreto nuevo 0.32

NOVIEMBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.063		0	0
7	10	0.063	30	0.2806	2
8	41	0.063	120	0.2756	7
9	124	0.063	240	0.454	20
10	273	0.063	420	0.5878	44
11	351	0.063	480	0.6691	56
12	462	0.063	600	0.7071	74
1	351	0.063	480	0.6691	56
2	273	0.063	420	0.5878	44
3	124	0.063	240	0.454	20
4	41	0.063	120	0.2756	7
5	2	0.063	30	0	0
6	0	0.063		0	0

DICIEMBRE					
HORA	I+H	C	IDN	SEN β	Ir
6	0	0.057		0	0
7	3	0.057	30	0.035	0
8	18	0.057	59	0.2419	3
9	88	0.057	189	0.4067	14
10	232	0.057	385	0.5446	37
11	325	0.057	474	0.6293	52
12	423	0.057	593	0.6561	68
1	325	0.057	474	0.6293	52
2	232	0.057	385	0.5446	37
3	88	0.057	189	0.4067	14
4	18	0.057	59	0.2419	3
5	3	0.057	30	0.035	0
6	0	0.057		0	0

APÉNDICE D

CÁLCULO DE GANANCIAS DE CALOR POR MUROS, PUERTAS Y VENTANAS EN EL MES DE JULIO.

GANANCIAS MURO NORTE							
HORA		AREA	K	text	tint	tes	Qc
6	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.7	0.00
7	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.99	0.00
8	SOMBRA	17.24	2.734	30.5	25		259.24
	SIN SOM	3.6	2.734	30.5	25	33.13	80.02
9	SOMBRA	11.84	2.734	30.5	25		175.03
	SIN SOM	9.2	2.734	30.5	25	33.31	209.02
10	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
11	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
12	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.66	0.00
1	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
2	SOMBRA	20.84	2.734	30.5	25		313.37
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
3	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.84	2.734	30.5	25	33.31	473.48
4	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.84	2.734	30.5	25	33.13	463.22
5	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.84	2.734	30.5	25	32.99	455.24
6	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.84	2.734	30.5	25	31.7	361.74

GANANCIAS MURO SUR							
HORA		AREA	K	text	tint	tes	Qc
6	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.45	0.00
7	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.54	0.00
8	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	35.34	0.00
9	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	37.77	0.00
10	SOMBRA	40.56	2.734	30.5	25		609.90
	SIN SOM	40.76	2.734	30.5	25	41.23	1808.64
11	SOMBRA	54.73	2.734	30.5	25		822.86
	SIN SOM	26.59	2.734	30.5	25	45.16	1467.03
12	SOMBRA	51.95	2.734	30.5	25		781.17
	SIN SOM	28.37	2.734	30.5	25	47.22	1784.21
1	SOMBRA	45.9	2.734	30.5	25		690.20
	SIN SOM	35.42	2.734	30.5	25	45.16	1954.20
2	SOMBRA	33.46	2.734	30.5	25		503.14
	SIN SOM	47.88	2.734	30.5	25	41.23	2123.88
3	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	37.77	0.00
4	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	35.34	0.00
5	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.54	0.00
6	SOMBRA	81.32	2.734	30.5	25		1222.81
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.45	0.00

GANANCIAS MURO ESTE

NORA		AREA	K	text	time	tsa	Qc
6	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.4	0.00
7	SOMBRA	14.68	2.734	30.5	25		220.74
	SIN SOM	6.05	2.734	30.5	25	37.77	211.22
8	SOMBRA	8.03	2.734	30.5	25		120.75
	SIN SOM	12.7	2.734	30.5	25	39.49	503.12
9	SOMBRA	2.8	2.734	30.5	25		42.10
	SIN SOM	17.93	2.734	30.5	25	40.66	787.66
10	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.73	2.734	30.5	25	40.22	862.81
11	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.73	2.734	30.5	25	38.06	740.19
12	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	20.73	2.734	30.5	25	34.66	547.49
1	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
2	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
3	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.96	0.00
4	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.14	0.00
5	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.53	0.00
6	SOMBRA	20.73	2.734	30.5	25		311.72
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	30.82	0.00

GANANCIAS MURO OESTE

NORA		AREA	K	text	time	tsa	Qc
6	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	30.82	0.00
7	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.53	0.00
8	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.14	0.00
9	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.96	0.00
10	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
11	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
12	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	33.26	2.734	30.5	25	34.66	878.41
1	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	33.26	2.734	30.5	25	38.06	1187.58
2	SOMBRA	28.38	2.734	30.5	25		398.66
	SIN SOM	7.88	2.734	30.5	25	40.22	327.80
3	SOMBRA	29.55	2.734	30.5	25		444.34
	SIN SOM	3.71	2.734	30.5	25	40.66	158.84
4	SOMBRA	32.8	2.734	30.5	25		483.21
	SIN SOM	0.43	2.734	30.5	25	39.49	17.03
5	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	37.77	0.00
6	SOMBRA	33.26	2.734	30.5	25		500.13
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.4	0.00

GANANCIAS MURO NORESTE

HORA		AREA	K	text	tint	taa	Qc
6	SOMBRA	77.64	2.734	30.5	25		1167.47
	SIN SOM	4.5	2.734	30.5	25	33.29	101.99
7	SOMBRA	76.74	2.734	30.5	25		1153.94
	SIN SOM	5.4	2.734	30.5	25	37	177.16
8	SOMBRA	74.04	2.734	30.5	25		1113.34
	SIN SOM	8.1	2.734	30.5	25	38.04	268.78
9	SOMBRA	70.44	2.734	30.5	25		1059.21
	SIN SOM	11.4	2.734	30.5	25	38.67	426.06
10	SOMBRA	66.42	2.734	30.5	25		998.76
	SIN SOM	15.72	2.734	30.5	25	38.01	559.15
11	SOMBRA	17.62	2.734	30.5	25		264.85
	SIN SOM	64.52	2.734	30.5	25	36.07	1952.72
12	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.66	0.00
1	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
2	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
3	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.96	0.00
4	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.14	0.00
5	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.53	0.00
6	SOMBRA	82.14	2.734	30.5	25		1235.14
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	30.82	0.00

GANANCIAS MURO NOROESTE

HORA		AREA	K	text	tint	taa	Qc
6	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	30.82	0.00
7	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.53	0.00
8	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.14	0.00
9	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.96	0.00
10	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
11	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
12	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.66	0.00
1	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	36.07	0.00
2	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	36.01	0.00
3	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	38.67	0.00
4	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	37.03	0.00
5	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	37	0.00
6	SOMBRA	43.31	2.734	30.5	25		651.25
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.29	0.00

GANANCIAS MURO SURESTE

HORA		AREA	K	text	time	tea	Qc
6	SOMBRA	2.31	2.734	30.5	25		34.74
	SIN SOM	0.14	2.734	30.5	25	32.01	2.68
7	SOMBRA	2.17	2.734	30.5	25		32.63
	SIN SOM	0.28	2.734	30.5	25	34.93	7.60
8	SOMBRA	2.02	2.734	30.5	25		30.37
	SIN SOM	0.43	2.734	30.5	25	36.58	13.61
9	SOMBRA	1.97	2.734	30.5	25		29.62
	SIN SOM	0.48	2.734	30.5	25	38.09	17.18
10	SOMBRA	1.4	2.734	30.5	25		21.05
	SIN SOM	1.05	2.734	30.5	25	38.56	38.93
11	SOMBRA	1.4	2.734	30.5	25		21.05
	SIN SOM	1.05	2.734	30.5	25	37.75	36.60
12	SOMBRA	0	2.734	30.5	25		0.00
	SIN SOM	2.45	2.734	30.5	25	35.65	71.34
1	SOMBRA	2.45	2.734	30.5	25		36.84
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
2	SOMBRA	2.45	2.734	30.5	25		36.84
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
3	SOMBRA	2.45	2.734	30.5	25		36.84
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.96	0.00
4	SOMBRA	2.45	2.734	30.5	25		36.84
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.14	0.00
5	SOMBRA	2.45	2.734	30.5	25		36.84
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.53	0.00
6	SOMBRA	2.45	2.734	30.5	25		36.84
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	30.82	0.00

GANANCIAS MURO SUROESTE

HORA		AREA	K	text	time	tea	Qc
6	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	30.82	0.00
7	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	31.53	0.00
8	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.14	0.00
9	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	32.86	0.00
10	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	33.71	0.00
11	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	34.24	0.00
12	SOMBRA	18.52	2.734	30.5	25		278.49
	SIN SOM	0	2.734	30.5	25	35.65	0.00
1	SOMBRA	12.34	2.734	30.5	25		185.56
	SIN SOM	6.18	2.734	30.5	25	37.75	215.43
2	SOMBRA	13.02	2.734	30.5	25		195.78
	SIN SOM	5.5	2.734	30.5	25	38.56	203.90
3	SOMBRA	15.32	2.734	30.5	25		230.37
	SIN SOM	3.2	2.734	30.5	25	38.09	114.52
4	SOMBRA	13.52	2.734	30.5	25		203.30
	SIN SOM	5	2.734	30.5	25	36.56	158.30
5	SOMBRA	16.22	2.734	30.5	25		243.80
	SIN SOM	2.3	2.734	30.5	25	34.93	62.44
6	SOMBRA	18.38	2.734	30.5	25		276.38
	SIN SOM	0.14	2.734	30.5	25	32.01	2.68

GANANCIAS PUERTA NORTE

HORA		AREA	K	text	tint	tss	Oc
6	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	31.7	0.00
7	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.99	0.00
8	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.13	0.00
9	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.31	0.00
10	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.71	0.00
11	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.24	0.00
12	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.66	0.00
1	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.24	0.00
2	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.71	0.00
3	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.31	0.00
4	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.13	0.00
5	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.99	0.00
6	SOMBRA	3.74	2.63	30.5	25		54.10
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	31.7	0.00

GANANCIAS PUERTA NORESTE

HORA		AREA	K	text	tint	tss	Oc
6	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.29	0.00
7	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	37	0.00
8	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	38.04	0.00
9	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	38.67	0.00
10	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	38.01	0.00
11	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	36.07	0.00
12	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.66	0.00
1	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.24	0.00
2	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.71	0.00
3	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.96	0.00
4	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.14	0.00
5	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	31.53	0.00
6	SOMBRA	1.76	2.63	30.5	25		25.46
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	30.82	0.00

GANANCIAS PUERTA SUROESTE

HORA		AREA	K	text	lirt	taa	Qc
6	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	30.82	0.00
7	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	31.53	0.00
8	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.14	0.00
9	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.96	0.00
10	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	33.71	0.00
11	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.24	0.00
12	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	35.65	0.00
1	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	37.75	0.00
2	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	38.56	0.00
3	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	38.09	0.00
4	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	36.58	0.00
5	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	34.93	0.00
6	SOMBRA	1.98	2.63	30.5	25		28.64
	SIN SOM	0	2.63	30.5	25	32.01	0.00

GANANCIAS VENTANAS NORTE

HORA		AREA	K	D T	ID(PGCS)	Cs	Qc
		3.96					
6	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	75	0.8	0.00
7	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	155	0.8	0.00
8	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	1.44	5.565	5.5	164	0.8	186.93
9	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	1.8	5.565	5.5	175	0.8	252.00
10	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
11	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
12	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	259	0.8	0.00
1	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
2	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
3	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	1.08	5.565	5.5	175	0.8	151.20
4	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	1.512	5.565	5.5	164	0.8	198.37
5	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	2.088	5.565	5.5	155	0.8	258.91
6	TOTAL	3.96	5.565	5.5		0.8	121.21
	SIN SOM	2.84	5.565	5.5	75	0.8	170.40

GANANCIAS VENTANAS SUR

HORA		AREA	K	D T	ID(FCCS)	Cs	Qc
		16 07					
6	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00
7	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
8	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
9	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
10	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	226	0.8	0.00
11	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	309	0.8	0.00
12	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	352	0.8	0.00
1	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	309	0.8	0.00
2	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	226	0.8	0.00
3	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
4	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
5	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
6	TOTAL	16.07	5.565	5.5		0.8	491.86
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00

GANANCIAS VENTANAS ESTE

HORA		AREA	K	D T	ID(FCCS)	Cs	Qc
		0 97					
6	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	181	0.8	0.00
7	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0.25	5.565	5.5	453	0.8	90.60
8	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0.25	5.565	5.5	560	0.8	112.00
9	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0.83	5.565	5.5	633	0.8	420.31
10	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0.81	5.565	5.5	606	0.8	392.69
11	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	471	0.8	0.00
12	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	259	0.8	0.00
1	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
2	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
3	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
4	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
5	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
6	TOTAL	0.97	5.565	5.5		0.8	29.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00

GANANCIAS VENTANAS OESTE

HORA		AREA	K	D T	ID(FCCS)	Cs	Qc
		1 8					
6	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00
7	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
8	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
9	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
10	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
11	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
12	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	259	0.8	0.00
1	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	471	0.8	0.00
2	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	1.62	5.565	5.5	606	0.8	785.98
3	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	1.66	5.565	5.5	633	0.8	840.62
4	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0.84	5.565	5.5	560	0.8	376.32
5	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0.84	5.565	5.5	453	0.8	304.42
6	TOTAL	1.8	5.565	5.5		0.8	55.09
	SIN SOM	0	5.565	5.5	181	0.8	0.00

GANANCIAS VENTANAS NORESTE

HORA		AREA	K	D T	ID(FCCS)	Cs	Qc
		6 3					
6	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	174	0.8	0.00
7	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0.81	5.565	5.5	405	0.8	262.44
8	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	2.04	5.565	5.5	470	0.8	767.04
9	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	3.26	5.565	5.5	509	0.8	1327.47
10	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	2.86	5.565	5.5	468	0.8	1070.78
11	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	347	0.8	0.00
12	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	259	0.8	0.00
1	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
2	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
3	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
4	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
5	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
6	TOTAL	6.3	5.565	5.5		0.8	192.83
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00

GANANCIAS VENTANAS NOROESTE

HORA		AREA	K	D T	ID(FGCS)	CS	Qc
		5.93					
6	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00
7	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
8	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
9	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
10	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
11	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
12	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	259	0.8	0.00
1	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	347	0.8	0.00
2	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	468	0.8	0.00
3	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	509	0.8	0.00
4	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	407	0.8	0.00
5	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	405	0.8	0.00
6	TOTAL	5.93	5.565	5.5		0.8	181.50
	SIN SOM	0	5.565	5.5	174	0.8	0.00

GANANCIAS VENTANAS SURESTE

HORA		AREA	K	D T	ID(FGCS)	CS	Qc
		0.35					
6	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	94	0.8	0.00
7	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	276	0.8	0.00
8	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	379	0.8	0.00
9	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	473	0.8	0.00
10	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0.32	5.565	5.5	502	0.8	128.51
11	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	452	0.8	0.00
12	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	321	0.8	0.00
1	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
2	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
3	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
4	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
5	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
6	TOTAL	0.35	5.565	5.5		0.8	10.71
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00

GANANCIA VENTANAS SUROESTE

HORA		AREA	K	D T	ID(FCCs)	C8	Qc
		0.48					
6	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	20	0.8	0.00
7	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	64	0.8	0.00
8	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	102	0.8	0.00
9	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	153	0.8	0.00
10	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	200	0.8	0.00
11	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	233	0.8	0.00
12	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	321	0.8	0.00
1	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	452	0.8	0.00
2	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0.36	5.565	5.5	502	0.8	144.58
3	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	473	0.8	0.00
4	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	379	0.8	0.00
5	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	276	0.8	0.00
6	TOTAL	0.48	5.565	5.5		0.8	14.69
	SIN SOM	0	5.565	5.5	94	0.8	0.00

GANANCIAS LOSA

HORA		AREA	K	text	tit	tss	Qc
6	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	31.32	2416.26
7	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	34.05	3480.00
8	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	36.93	4561.08
9	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	40.88	6071.24
10	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	44.62	7501.12
11	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	47.3	8525.74
12	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	49.34	9305.67
1	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	47.3	8525.74
2	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	44.62	7501.12
3	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	40.88	6071.24
4	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	36.93	4561.08
5	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	34.05	3480.00
6	SOMBRA		2.832	30.5	25		0.00
	SIN SOM	135	2.832	30.5	25	31.32	2416.26

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA SOL-AIRE PARA LOS MUROS EXPUESTOS

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA SOL AIRE PARA MUROS

Considerando una temperatura promedio de 30.5 C. y velocidad del aire 2.6 m/s

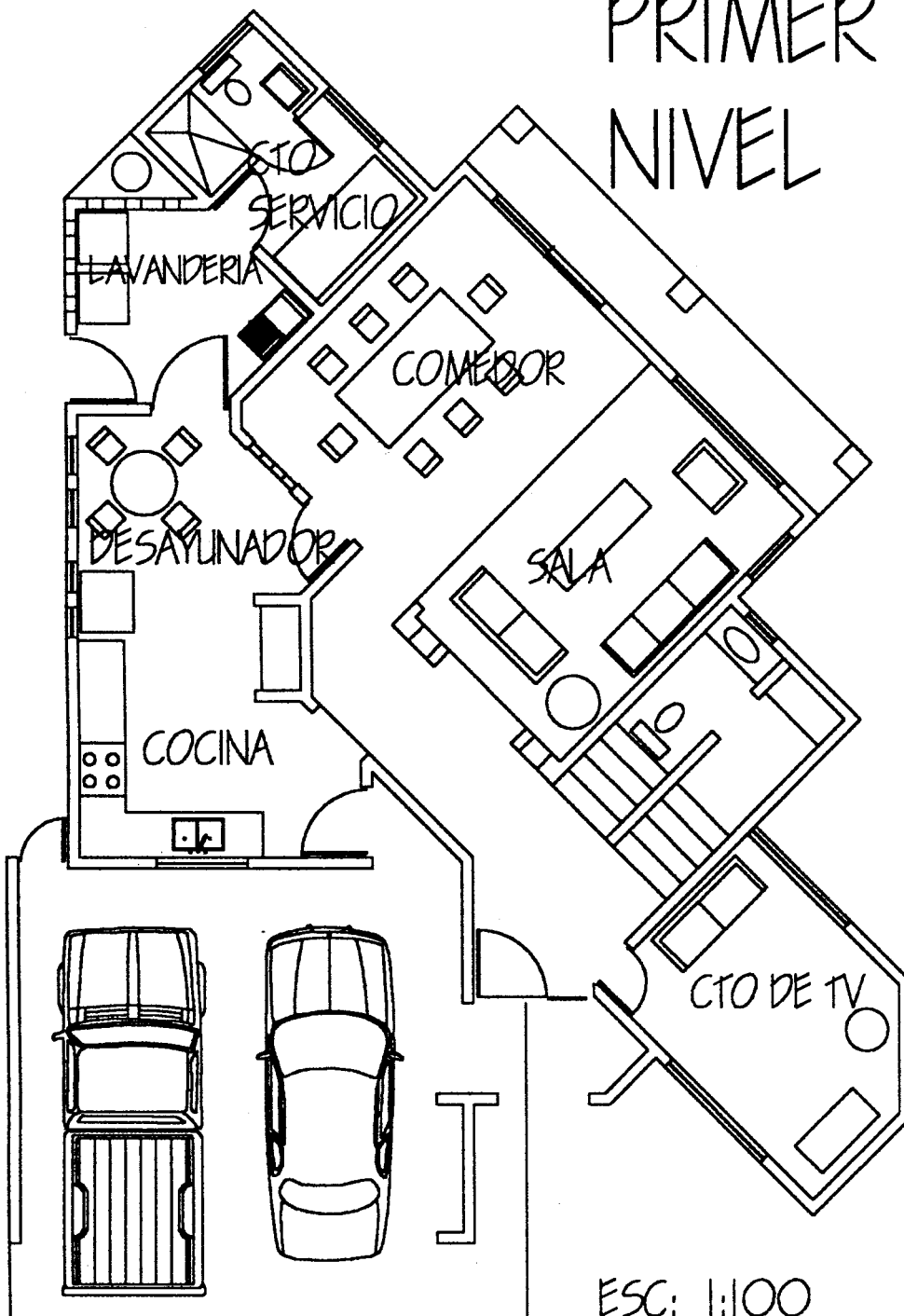
HORA	ID H	ID N	ID S	ID E	ID O	h _o	text	α H y M	α S	t _{sa} H	t _{sa} N	t _{sa} S	t _{sa} E	t _{sa} O
6	51	75	20	181	20	15.58	30.5	0.25	0.74	31.32	31.70	31.45	33.40	30.82
7	221	155	64	453	64	15.58	30.5	0.25	0.74	34.05	32.99	33.54	37.77	31.53
8	401	164	102	560	102	15.58	30.5	0.25	0.74	36.93	33.13	35.34	39.49	32.14
9	647	175	153	633	153	15.58	30.5	0.25	0.74	40.88	33.31	37.77	40.66	32.96
10	880	200	226	606	200	15.58	30.5	0.25	0.74	44.62	33.71	41.23	40.22	33.71
11	1047	233	309	471	233	15.58	30.5	0.25	0.74	47.30	34.24	45.18	38.06	34.24
12	1174	259	352	259	259	15.58	30.5	0.25	0.74	49.34	34.66	47.22	34.66	34.66
1	1047	233	309	233	471	15.58	30.5	0.25	0.74	47.30	34.24	45.18	34.24	38.06
2	880	200	226	200	606	15.58	30.5	0.25	0.74	44.62	33.71	41.23	33.71	40.22
3	647	175	153	153	633	15.58	30.5	0.25	0.74	40.88	33.31	37.77	32.96	40.66
4	401	164	102	102	560	15.58	30.5	0.25	0.74	36.93	33.13	35.34	32.14	39.49
5	221	155	64	64	453	15.58	30.5	0.25	0.74	34.05	32.99	33.54	31.53	37.77
6	51	75	20	20	181	15.58	30.5	0.25	0.74	31.32	31.70	31.45	30.82	33.40

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA SOL AIRE PARA MUROS

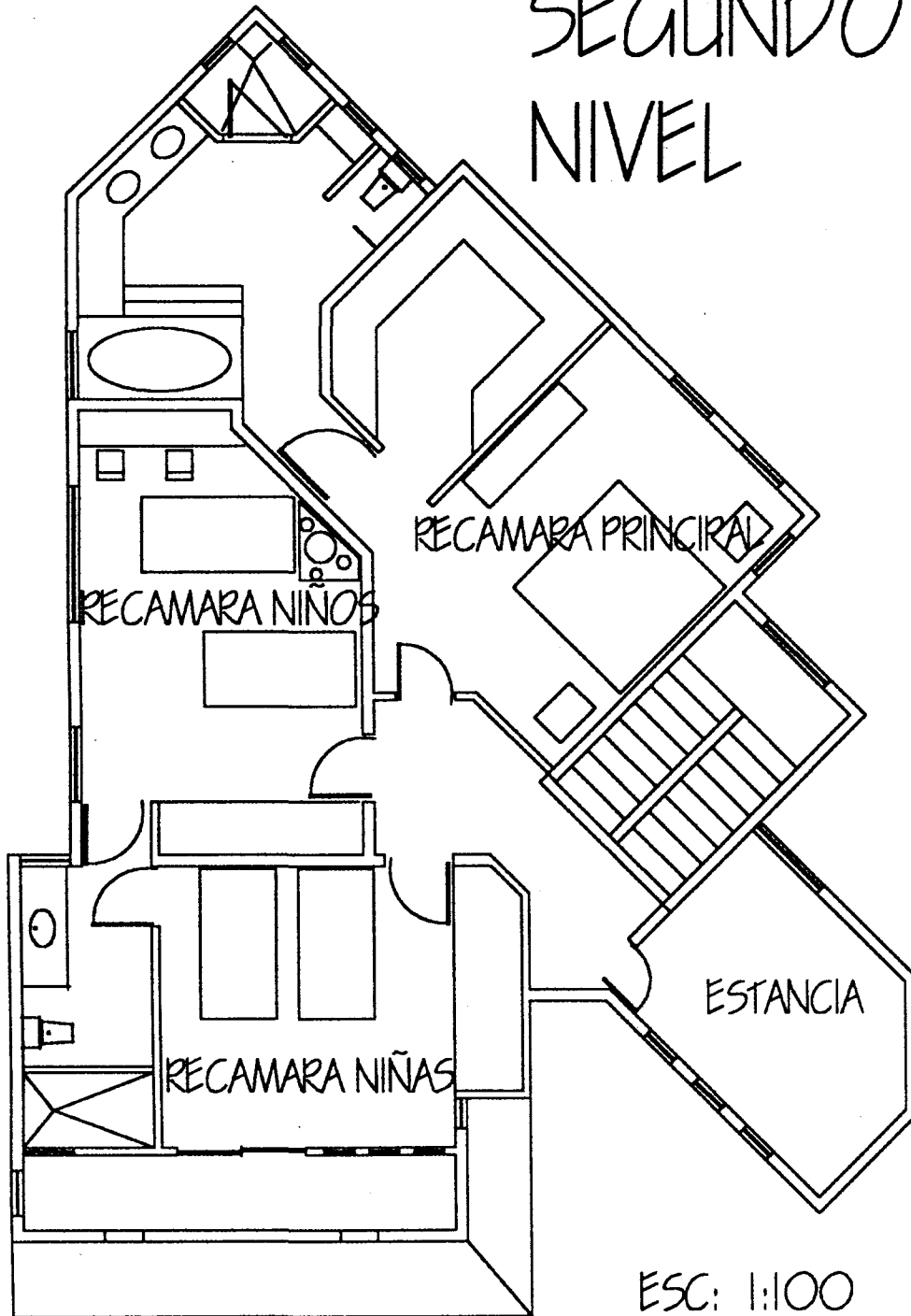
Considerando una temperatura promedio de 30.5 C. y velocidad del aire 2.6 m/s

HORA	ID NE	ID NO	ID SE	ID SO	h _o	text	α H y M	t _{sa} NE	t _{sa} NO	t _{sa} SE	t _{sa} SO
6	174	20	94	20	15.58	30.5	0.25	33.29	30.82	32.01	30.82
7	405	64	276	64	15.58	30.5	0.25	37.00	31.53	34.93	31.53
8	470	102	379	102	15.58	30.5	0.25	38.04	32.14	36.58	32.14
9	509	153	473	153	15.58	30.5	0.25	38.67	32.96	38.09	32.96
10	468	200	502	200	15.58	30.5	0.25	38.01	33.71	38.56	33.71
11	347	233	452	233	15.58	30.5	0.25	36.07	34.24	37.75	34.24
12	259	259	321	321	15.58	30.5	0.25	34.66	34.66	35.65	35.65
1	233	347	233	452	15.58	30.5	0.25	34.24	36.07	34.24	37.75
2	200	468	200	502	15.58	30.5	0.25	33.71	38.01	33.71	38.56
3	153	509	153	473	15.58	30.5	0.25	32.96	38.67	32.96	38.09
4	102	407	102	379	15.58	30.5	0.25	32.14	37.03	32.14	36.58
5	64	405	64	276	15.58	30.5	0.25	31.53	37.00	31.53	34.93
6	20	174	20	94	15.58	30.5	0.25	30.82	33.29	30.82	32.01

PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL



BIBLIOGRAFIA

Sun, wind, and light, architectural design strategies. G.Z. BROWN. Ilustrations V. CARTWRIGHT,(1995).

Geometría ENERGÍA SOLAR y arquitectura. Jorge Cabtarell Lara. Editorial Trillas. Primera edicion , (1990).

TESIS. Diseño Bioclimático, vivienda Mexicali. Antonio Ley G, Armando Cásarez Z, Benjamín Olea F, Eleazar Acuña C.(1984).

ASHRAE Guide and Databook: Fundamentals. AHRAE, (1972).

Climate Considerations in Building and Urban Design. Baruch Givoni. Edit. VAN NOSTRAND REINHOLD. USA, (1997).

Solar Energy Fundamentals in Building Design. Bruce Anderson. McGraw-Hill Book Company. USA , (1977).

Cuaderno Estadístico Municipal de Monterrey. INEGI, (1997).

A Primer on Sustainable Buildings. AIA, ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE,(1995).

Confort en la vivienda. Luis T Pedraza Barreda. Universidad Mexicana del Noreste. Editorial aprender a ser. 1era edición, (1999).

La casa ecológica. Jorge Calvillo Unna. Consejo Nacional para la cultura y las artes. Primera edición, (1999).

Green Architecture Design for an energy-conscious future. Brenda and Robert Vale. A Bulfinch press book,primera edición, (1991).

Arquitectura bioclimática. Jean-Louis Izard, Alain Guyot. Edit. Gustavo Gili. Barcelona, (1980).

La ecología en el diseño Arquitectónico. Roberto Vélez Gonzáles. Edit. Trillas, Mexico, (1996).

Acondicionamiento Natural y Arquitectura. Ernesto Puppo y Giorgio Alberto Puppo. Marcombo, S.A. Boixareu editores. España, (1972).

Acondicionamiento Térmico. Arq. Ana Maria de la Cruz. ITESM, DIA. Primera edición , (1985).

Solar Heating and Cooling in Buildings: Methods of Economic Evaluation. Rosalie T. Ruegg. U.S. Department fo Commerce, (1975).

Project management for Engineering and Construction. Garold D. Oberlender. McGraw-Hill Book Company. USA , (1998).

Engineering Economic Principles. Henry Malcolm Steiner. McGraw-Hill Book Company. Segunda edición USA , (1996).

Administración. James A. F. Stoner, R. Edward Freeman. Prentice Hall. Sexta Edición, (1998).

La Enciclopedia de Monterrey. Israel Cavazos Garza. Editorial Grijalvo. Monterrey, (1996)

Climatic Building Design: Energy-Efficient Building Principles and Practice. Donald Watson & Kenneth Labs. Mc Graw-Hill Book Company.

Análisis y Control del Asoleamiento. Pablo Francisco Peña Carrera. Instituto Politécnico Nacional.

La casa ecológica. Armando Deffis Casso. Editorial Trillas, (1998).

Apuntes de Construcción Sostenible. Dr. Salvador García, ITESM, (1999).

Arquitectura y energía natural. Rafael Serra Florensa y Helena Couch Roura. Ediciones UPC. Primera edición, (1995).

Arquitectura Habitacional, Plazola.

Energy economics and building design. William T. Mayer, AIA. Mc Graw Hill Book Company,(1983).

Instalaciones, revista de ingeniería. "Ahorro de energía en el diseño arquitectónico" pg. 6-13, número 23, año 2, 1998.

Journal of Management in Engineering. "Technology Development and Sustainable Construction", pg 23-27, julio-agosto,1997.

El Norte. "Lo que cuesta construir con los diferentes sistemas", pg 2F, domingo 21 de marzo, 1999.

PÁGINAS DE INTERNET.

<http://www.mty.itesm.mx/dcic/centro...des/cien/espanol/texto/eco/eco1.htm>

http://challenge.bi.no/sbc/sbc_intro.htm

<http://www.greenhome.org/factsht.htm>

<http://www.greenarchitecture.com/toc.htm>

http://www.ebuild.com/Current/Current_Issue/Current_summary.html

<http://www.greenhome.org/brick.htm>

<http://www.greenbuilder.com/>

<http://www.iadb.org/exr/pub/xxi/>

<http://www.nrg-builder.com/greenbld.htm>

<http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/>

<http://www.contec.com.mx/>

<http://www.panelw.com.mx/>

<http://www.panelrey.com/>

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey



3002007081938

<http://biblioteca.mty.itesm.mx>