

DL
02
T(71)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA



CALCULO DE ILUMINACION NATURAL
PARA EDIFICIOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

ARQUITECTO

PRESENTA

JOSE LUIS GANDARA GABORIT

SEPTIEMBRE DE 1975



JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO
SECRETARIO
VOCAL 2o.
VOCAL 3o.
VOCAL 5o.

Arq. Lionel Méndez Dávila
Arq. Julio Fonseca Corleto
Arq. Francisco Chavarría S.
Arq. Ricardo Mendía Paredes
Prof. Francisco Anleu.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO
SECRETARIO
EXAMINADOR
EXAMINADOR
EXAMINADOR

Arq. Lionel Méndez Dávila
Arq. Rodolfo Cuevas C.
Arq. Luis Eduardo Eskenasy
Arq. Manuel Pinelo S.
Ing. Rafael Santiago



DEDICO ESTE ACTO A:

DIOS

Todo Poderoso

MIS PADRES

Dr. José Luis Gándara A.

Virginia G. de Gándara.

MIS HERMANOS

René Herrera

Sofía G. de Herrera

Jorge A. Gándara G.

MI NOVIA

M. Coralia Mendoza M.

AGRADECIMIENTO A:

Arq. Guillermo Gomar

Por la asesoría que me prestara

Arq. Manuel Pinelo

Arq. Luis Eduardo Eskenasy

Colaboradores y amigos

Don Antonio Móbil y Personal de Serviprensa Centroamericana

Por el esfuerzo y dedicación en
obtener la mejor impresión de este
trabajo.

Dirección General de Obras Públicas.

Facultad de Arquitectura.

CONTENIDO

A	INTRODUCCION	1
B	CALCULO Y ANALISIS DE LUZ NATURAL	
1	MARCO TEORICO	2
1-1	La luz y sus medidas	2
1-1-1	Definiciones generales	2
1-1-2	Medición de la luz	3
1-2	Leyes aplicables a la iluminación	6
1-3	Espectro de radiación de energía	9
1-3-1	Espectro visible	9
1-3-2	El color	10
1-4	Descripción de la energía de luz	12
1-4-1	Duración	12
1-4-2	Intensidad	12
1-5	Efectos que produce la luz en las superficies	15
1-5-1	Reflexión	15
1-5-2	Transmisión	17
1-5-3	Difusión	23
1-5-4	Absorción	26
2	DISEÑO DE AMBIENTES, MANIFESTACION DE LA LUZ QUE AFECTA A LAS CONDICIONES FISICAS DEL HOMBRE	27
2-1	Optica	27

2-1-1	Campo visual	27
2-1-2	Color	30
2-1-3	Tono	34
3	DISEÑO DE AMBIENTES, MANIFESTACION DE LA LUZ QUE AFECTA A LAS CONDICIONES PSICOLOGICAS DEL HOMBRE	35
3-1	Confort de los ambientes	35
3-1-1	Calidad de una buena iluminación	36
3-1-2	Factores que afectan la calidad y cantidad de luz	36
3-1-3	Efectos en la concentración de trabajo de las personas	37
3-2	Niveles de iluminación	39
3-2-1	La iluminación en relación con el trabajo	39
3-2-2	Tablas de niveles de iluminación (Ver Pág. 143)	41
4	METODO DE CALCULO DE ILUMINACION NATURAL	43
4-1	Consideraciones de tipo físico	43
4-1-1	Ventanas	43
4-1-2	Vidrio	51
4-1-3	Parteluces	71
4-2	Descripción del método para cálculo de iluminación natural	100
4-2-1	Normas generales para su aplicación	100
4-2-2	Ejemplos de cálculo (APENDICE)	111
5	CONCLUSIONES	153
5-1	Observaciones	153
5-2	Recomendaciones	155
C	BIBLIOGRAFIA	157

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS
 A. GONZALEZ
 AV. FRANCISCO DE V. GONZALEZ 143



A INTRODUCCION

Los objetivos del presente estudio, pretenden despertar el interés en el Arquitecto para mejorar sus proyectos en la aplicación de luz natural; y proporcionar en el estudiante de Arquitectura una guía de lineamientos generales, para el cálculo de la iluminación natural.

En Centro América, y especialmente en Guatemala, se presenta durante casi todo el año un nivel de iluminación natural bastante alto. Desde que amanece hasta las 6 de la tarde, se obtienen en los ambientes de los edificios posibilidades de mantener una iluminación solar suficiente para el confort de los ocupantes.

Pero, el problema en no obtenerlo, radica en la despreocupación del Arquitecto para mantener un adecuado nivel de iluminación natural en sus proyectos. Se puede observar esta realidad, ya que un alto porcentaje de los edificios públicos tienen que hacer uso de luz artificial durante el día.

Este problema hay que enfrentarlo, ya que existe un costo de mantenimiento muy alto para generar luz artificial, considerando que el 60o/o de las plantas de energía eléctrica son a base de combustible proveniente del petróleo, como sucede en Guatemala.

Pueden reducirse estos porcentajes, si se estudian los factores que afectan o determinan el mejor uso de la luz natural para edificios. Pero, la escasez de documentación sobre esta materia en nuestro medio, y la falta de normas aplicables al cálculo, ha obligado a emplear métodos empíricos que no satisfacen las necesidades reales del proyecto.

Por esta razón, se profundizará en el tema y se proveerán datos más exactos para el método de cálculo. De esta forma, existirá mayor interés en el profesional de arquitectura para racionar el uso de luz artificial, aprovechando al máximo las propiedades de la luz natural.

Si se llevan a cabo los propósitos anteriores, existirá la satisfacción de contribuir al desarrollo de Guatemala, con mejor tecnificación y una disminución de fuga de divisas al no depender totalmente del petróleo en nuestro sistema de iluminación futura.



B

**CALCULO Y ANALISIS
DE LUZ NATURAL**



B

MARCO TEORICO

I

El sol es vida y alegría para el hombre, al menos en las regiones donde más ha prosperado la cultura humana. Regula sus actividades, lo alimenta y lo protege. Una vida sin sol es el símbolo de la tristeza, y una casa sin sol es igualmente triste y malsana.

Enrico Tedeschi



1- CONCEPTOS TEORICOS

1.1- LA LUZ Y SUS MEDIDAS

1.1.1- Definiciones generales:

A continuación se explicará el significado de los términos más utilizados que se relacionan con la luz, y que son el fundamento de los conceptos teóricos de la iluminación. En el orden respectivo, son:

- a- Luz o flujo luminoso: es una parte de la radiación solar que percibimos por medio de la vista. Universalmente se le define como la velocidad de circulación de la energía radiante, evaluada con relación a la sensación visual. Este flujo se mide en lúmenes.
- b- Iluminación: se entiende por iluminación de una superficie, la cantidad de luz que incide sobre ella en la unidad de superficie. La iluminación se expresa generalmente en luxes o bujías-metro.
- c- Intensidad luminosa: es la medida de mayor o menor cantidad de energía que emite un cuerpo luminoso, o sea, la densidad de luz dentro de un pequeño ángulo sólido en una dirección determinada. La intensidad luminosa se mide en bujías.

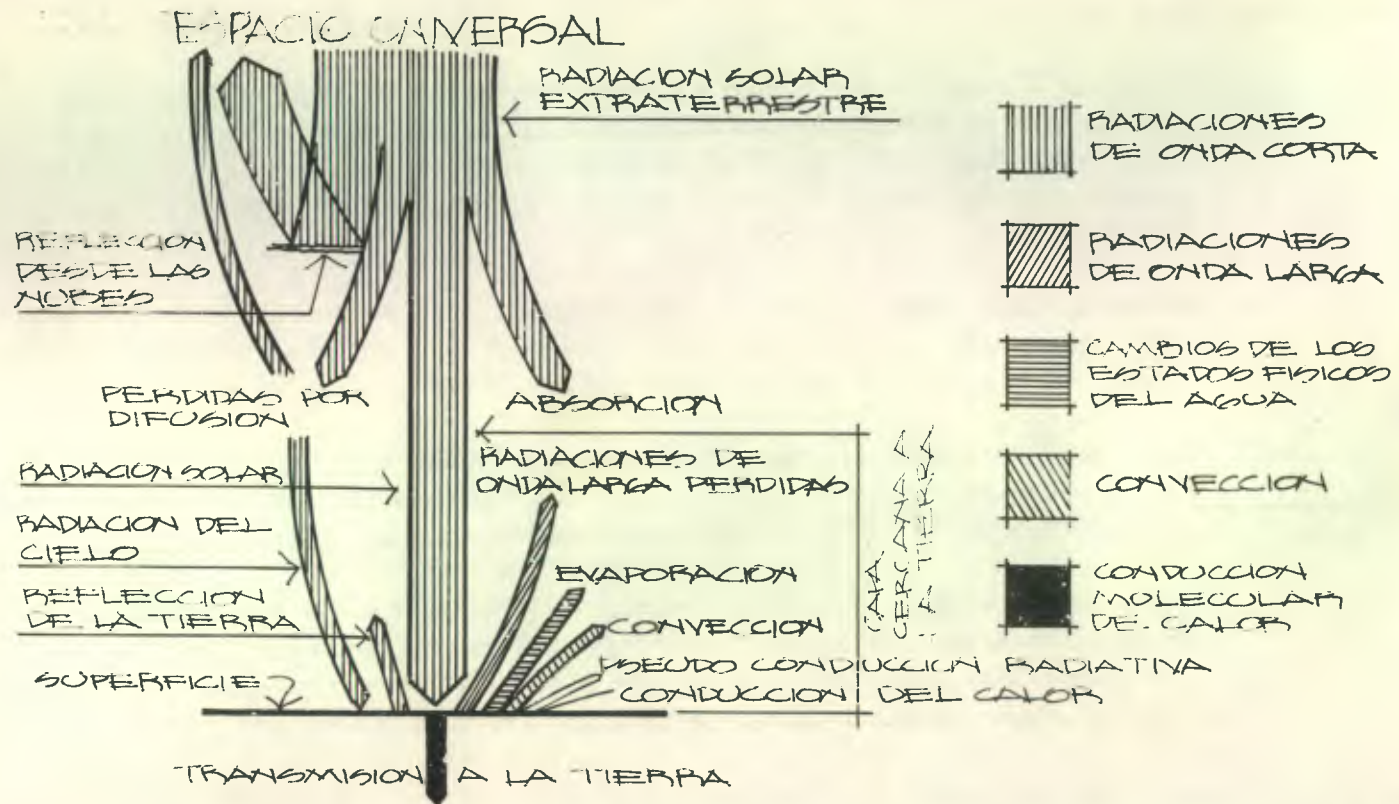


FIG. 1-DISPERSION DE LA LUZ SOLAR HACIA LA TIERRA

1.1.2- Unidades de luz:

La fuente estándar para medir la luz, es un cuerpo obscuro a la temperatura de fusión del platino. Esta tiene un brillo o luminosidad por centímetro cuadrado de superficie igual a 60 bujías normales.

Las unidades básicas de luz son:

- a— lúmen: es la unidad de luz o flujo luminoso. Diremos que un lumen es el flujo luminoso procedente de un sesentavo de centímetro cuadrado de abertura de un manantial patrón, y comprendido dentro de un ángulo sólido de un estereorradián. Es decir, que el lumen es la cantidad de energía visible por metro cuadrado o por pie cuadrado, entonces el lumen será igual al lux por m^2 o al pie candela por pie^2 .
- b— lux: es la iluminación de una superficie de un metro cuadrado, colocada a la distancia de un metro, de una vela que emite una bujía. Corresponde a la unidad en el sistema métrico decimal y el equivalente de una bujía pie es igual a 10.8 luxes.
- c— Bujía pie o pie candela: es la iluminación de una superficie de un pie cuadrado, colocada a la distancia de un pie, de una vela que emite una bujía. Corresponde a la unidad de iluminación en el sistema inglés.
- d— Bujía: es la unidad de intensidad luminosa, se le define como a la intensidad emitida horizontalmente por una lámpara de esperma de ballena cuya llama es de 45 mm de altura y que quema 7.776 gramos por hora. También es definida como a la intensidad luminosa que tiene una vela de parafina de 20 mm de diámetro y una llama de 50 mm de longitud.

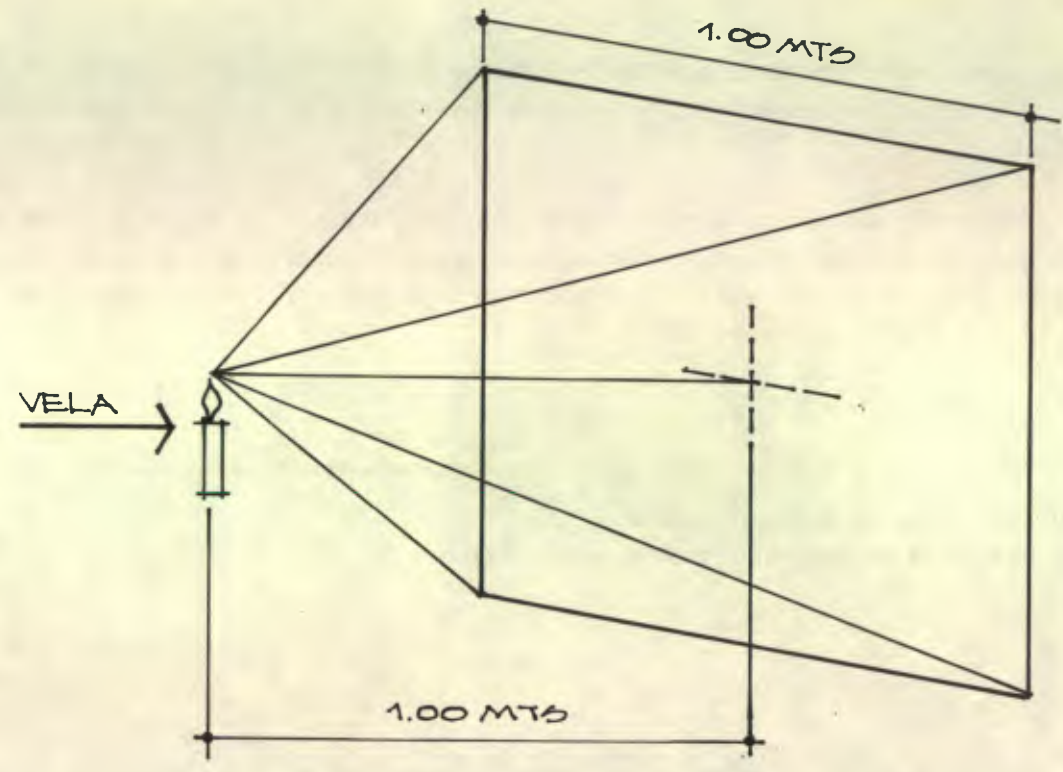


FIG 2 -MEDICION DE LA LUZ, EN LUXES

1.2- LEYES APLICABLES A LA ILUMINACION

I Ley del inverso del cuadrado:

La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de su distancia. El nivel de iluminación de una superficie es la cantidad de luz proyectada sobre la superficie, y es medida en unidades de pies-candela o luxes.

El valor de iluminación de una superficie, normal a la dirección de la fuente de luz, es proporcional a la intensidad lumínica de la fuente en esa dirección; e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. Se cumple la ley en una distancia aproximada de 5 veces la distancia máxima de la luminaria y esta ley se aplica a una fuente de luz puntual.

Aplicación de la fórmula: Iluminación = $\frac{I}{D^2}$

Donde:

I = intensidad luminosa de la fuente dada en candelas.

D = distancia entre la fuente de luz y el punto dado en pies o metros

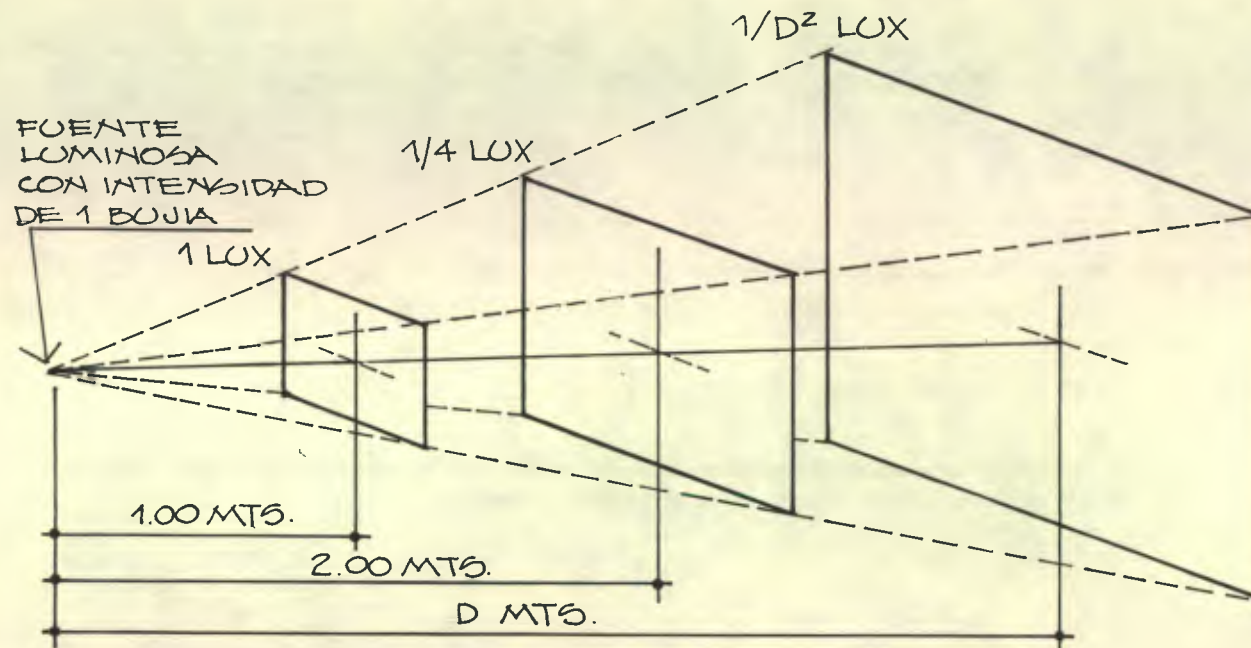


FIG 3 - LEY DEL INVERSO DEL CUADRADO

A una distancia de un metro, el nivel de iluminación es un lux; a una distancia de dos metros será 1/4 de luz y así sucesivamente.

2- Ley del coseno:

La iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia (ángulo formado por la dirección del

rayo incidente, y la normal a la superficie en el punto de incidencia).

La luz no caerá siempre sobre un plano normal de la superficie, entonces la luz incidirá sobre el plano en un ángulo oblicuo, en que la luz será menos recibida. para ello se aplica la fórmula:

$$\text{iluminación} = \frac{I_x \cos \theta}{D^2}$$

I= intensidad de la iluminación de la fuente en una dirección dada, en candelas.

θ = ángulo formado entre la perpendicular a la fuente de luz y un punto proyectado sobre un plano considerado.

D= distancia entre la fuente de luz y el punto dado.

Puede verse que a medida que se aleja el punto, la intensidad es menor., Cuando los niveles no inciden perpendicularmente al plano, por trigonometría se utiliza el coseno



FIG. 4- LEY DEL COSENO

1.3. ESPECTRO DE RADIACION DE ENERGIA.

El ser humano ve los objetos por la luz que de esos objetos llega a los ojos. Si esa luz proviene de otro cuerpo que ilumina al objeto que se ve, a ese objeto se le llama cuerpo iluminado. Si esa luz proviene del cuerpo mismo se le llama cuerpo luminoso.

Todo cuerpo emite energía radiante luminosa cuando sus electrones se mueven en forma especial, movimiento que se acelera con la elevación de temperatura.

La luz es energía radiante con capacidad para producir sensaciones visuales. La energía visible es una parte pequeñísima del espectro electromagnético que se desplaza a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas.

Estas radiaciones son similares por la naturaleza y velocidad con que se desplaza (300000 km/seg), pero se diferencian entre sí por su longitud de onda, su frecuencia y manera de manifestarse.

La radiación visible que comprende las ondas de luz, varía de longitud de onda en una escala relativamente corta. En el espectro de luz se incluyen los rayos ultravioletas, pero su longitud de onda es tan pequeño, que el ojo humano no lo percibe.

Las ondas más cortas del espectro de radiación de energía comprende la radiación ultravioleta, los rayos X, y gamma. Las ondas más largas incluyen las radiaciones infrarrojas; así como la radiación eléctrica utilizada en la transmisión de radio y televisión.

Amstrong: unidad de medida internacional de la luz representada por el símbolo A, que se le define como 1/302904 del intervalo reticular de la calcita a 760 mm de presión y 20° C, equivale a la diezmillonésima parte del metro: $1 A = 10^{-10} \text{ m}$.

1.3.1. **Espectro Visible:** es la zona donde las longitudes de onda varían de 3800 a 7600 amstrong. De esta forma se logra la descomposición de la luz

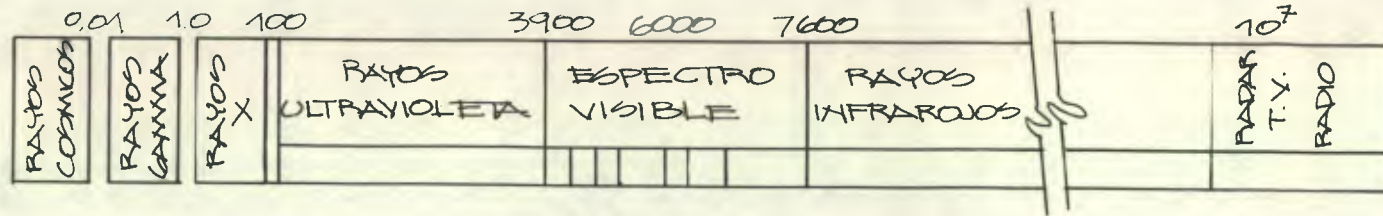


FIG. 5- ESPECTRO DE RADIACION DE ENERGIA

1.3.2 El Color

Viene determinado por la longitud de onda del espectro visible. La temperatura del color no es una medida en grados de calor, solo se aplica a las fuentes de luz que tengan una gran semejanza de color en el cuerpo negro.

El espectro visible se descompone de la forma siguiente: violeta	3800 – 4500 A
azul	4500 – 4900 A
verde	4900 – 5600 A
amarillo	5600 – 5900 A
naranja	5900 – 6300 A
rojo	6300 – 7600 A

El color se ve porque la retina del ojo humano tiene unas terminales nerviosas receptoras de los colores para tres tipos; unas sensibles al rojo, otras sensibles al verde y otras al azul.

Los colores se diferencian entre sí por la frecuencia de las vibraciones. Al llegar a nuestros ojos vibraciones electromagnéticas que contengan frecuencias entre el rojo y el violeta vemos el color blanco, ya que la luz blanca está compuesta por todos los colores. Si solo se reciben ciertas frecuencias, vemos el color específico.

Cuando a las terminales nerviosas llegan simultáneamente el color rojo y verde; el cerebro hace que

veamos el amarillo. Si las tres terminales son estimuladas en igual magnitud, se percibe el blanco. En el caso de que ninguno de los nervios es afectado, se percibe la sensación del negro, de tal manera que el negro no es en realidad ningún color, sino la ausencia de luz; mientras que el blanco es la suma de todos los colores.

Se considera que la vista se halla acostumbrada a la influencia de la luz blanca del sol, admitiéndose que los colores verdaderos son aquellos que se perciben cuando la luz es blanca.



FIG 6- ESPECTRO VISIBLE

1.4 DESCRIPCIONES DE LA ENERGIA DE LUZ

Se describe de tres maneras de acuerdo con la duración, intensidad y cantidad.

1.4.1-- Duración:

Se expresa por el tiempo en que se expone un objeto a la iluminación completa de la fuente lumínica, en el caso de la luz solar, el sol.

Aparatos para medir la duración:

El instrumento empleado para medir la duración del brillo solar directo es el medidor Campbell-Stokes. Consiste en una esfera de vidrio de 9.5 cm. de diámetro, que deja atravesar la luz del sol enfocándolo a una cinta de papel azul, dividida en horas. El papel se quema en el lugar donde toca la luz y la longitud de la parte quemada mide la duración del brillo solar.

Variaciones de la duración de la luz:

Producida por dos efectos. Efecto de la latitud: el total de horas de brillo solar teóricamente posibles en diferentes latitudes sobre la superficie terrestre, está determinado por la posición geográfica del país.

Efecto de las nubes: el grado de nubosidad, que causa el oscurecimiento parcial o total del sol por longitudes variables de tiempo durante el día, es relativo a los diferentes lugares de la superficie terrestre y su composición de humedad relativa.

1.4.2-- Intensidad:

Se expresa en ergios por centímetro cuadrado por segundo, o en calorías por centímetro cuadrado por minuto. En zonas climáticas como la nuestra, la intensidad de energía solar radiante en un día claro, al medio día oscila entre 1.2 y 1.5 calorías por centímetro cuadrado por minuto. Esto equivale al grado

de brillantez o iluminación de una superficie que percibe el ojo humano a 80000 a 100000 luxes.

Aparatos para medir la intensidad: determinados por los efectos siguientes:

- a- efectos de calor
- b- efectos eléctricos
- c- efectos químicos
- d- efectos de iluminación

a- efectos de calor: el par termoeléctrico es sensible a la radiación de cualquier longitud de onda que se transforme en energía calórica. El efecto de calor en el par termoeléctrico es de generar una pequeña corriente eléctrica en las uniones, de cintas metálicas contrapuestas. Estas corrientes se miden por un galvanómetro que generalmente se calibra en unidades de luz, por ejemplo: bujías pie o lux.

Atmómetro, aparato para medir el efecto de calor, llamado Atmómetro de Livingston de esferas blanca y negra. Este consiste en dos esferas pequeñas de porcelana perforadas, una blanca y otra negra. Cada una está conectada mediante tuberías de vidrio a un frasco recipiente. La esfera, la tubería y el recipiente se llenan completamente con agua libre de aire. La exposición a la luz solar causa evaporación desde la pared húmeda de cada esfera, pero, una vez que refleja radiación solar y la otra absorbe, se tiene una diferencia en la cantidad de agua que evapora un tiempo determinado. Esta diferencia da una medida de energía solar radiante. La comparación con otras formas de radiómetro indican que el método de los atmómetros es confiable.

b- Efectos eléctricos: se utilizan dos tipos de células fotoeléctricas, a saber: el tipo emisor y el tipo rectificador; este último que comprende una superficie de selenio selectivo, es el que se utiliza con más regularidad en trabajos ecológicos.

c- Efectos químicos: se puede usar el papel fotográfico y película fotográfica, ya que son sensibles especialmente a la luz de onda de longitud corta, o sea, azul y violeta. No tanto a las ondas de luz roja, se rectifica esta deficiencia con empleo de películas o placas pancromáticas, o papel de radaminas.

d- Efectos de iluminación: uso del fotómetro, que consiste en una placa hecha de un material reflector. La luz reflejada se compara con la de una lámpara estándar. Los resultados se expresan en bujía pie o lux.

Variaciones de la intensidad de luz:

Como en el caso de la duración de luz, la intensidad varía con la latitud, la altitud y el grado de nubosidad.

Efecto de la latitud: en los trópicos, la intensidad de luz es algo mayor que en las regiones templadas, debido a que la radiación solar pasa por una capa más delgada de vapor de agua y otros gases absorbentes de energía al aproximarse al ecuador. En Panamá y Colombia se han registrado intensidades hasta de 20500 bujías pie, aunque no necesariamente son valores máximos.

Efectos de la altitud: la intensidad aumenta mucho con la altitud. En los trópicos a una altura de 3000 mts. sobre el nivel del mar aumenta cerca de 1000 bujías pie que en el nivel del mar.

1.4.3- Cantidad y calidad de luz:

Depende de la longitud de onda, difiere por las distintas fuentes de luz, definiendo el calor sobre la ecología de la región y el confort humano.

1.5 EFFECTOS QUE PRODUCE LA LUZ EN LAS SUPERFICIES

Para comprender las características de las superficies y los efectos que produce la luz en ella, se analizarán las diferentes clases:

- 1.5.1 – Las refleja de nuevo, no permite que pasen los rayos de luz. (Reflexión)
- 1.5.2 – Pasan através del material. (transmisión)
- 1.5.3 – Algunos rayos son absorbidos por el material. (Absorción).

Para ello estudiaremos las leyes de reflexión, transmisión y absorción.

1.5.1 – REFLEXION.

Cuando la luz llega a una superficie opaca, solo una parte es reflejada, el resto es absorbida en forma de calor. El porcentaje total de la luz que llega a la superficie y que es reflejado se le llama factor de reflexión. Entonces la reflexión es el cambio de dirección que sufre un rayo luminoso al llegar a una parte opaca. Se le puede definir a la reflexión como la relación de luz reflejada por una superficie a la luz incidente sobre ella.

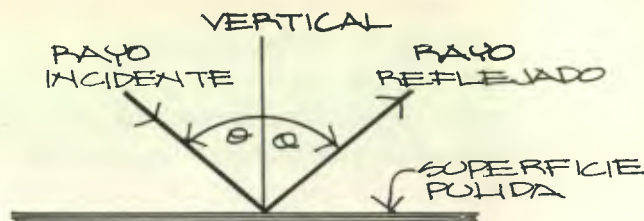
Los rayos de luz que llegan a una superficie pueden ser reflejados en formas diferentes dependiendo de la naturaleza de la misma.

Para ello se ha hecho diferentes clasificaciones:

- Reflexión especular o normal
- Reflexión difusa
- Reflexión difusa dirigida
- Reflexión mixta.

Reflexión especular o normal:

Cuando el rayo llega a superficies muy pulidas, por su naturaleza, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, con respecto a la vertical.



Reflexión difusa:

Cuando la superficie es completamente irregular en su textura, el rayo incidente es reflejado en todas direcciones. Como ejemplo tenemos el papel secante blanco, en donde la superficie va a aparecer difusa y brillante si se mira desde cualquier ángulo.



Reflexión difusa dirigida:

La superficie es opaca como los vidrios de arena, es intermedia entre la especular y la normal.



Reflexión mixta o luz preferencial:

La reflexión es una combinación de la normal y la difusa, como las superficies vitrificadas de la porcelana esmaltada.



Un rayo luminoso que llega a una superficie recibe el nombre de rayo incidente, este rayo sale de la superficie en una dirección determinada, constituyendo así el rayo reflejado. El ángulo que forma el rayo incidente con la normal se le llama ángulo de incidencia, el que forma el rayo reflejado con la normal se le llama ángulo de reflexión. La normal es la perpendicular a la superficie en que incide el rayo.

1.5.2 TRANSMISION

Cuando los rayos de luz pasan por materiales transparentes o translúcidos se dice que han sido transmitidos. El factor de transmisión es la relación de la luz transmitida por el material a la luz incidente sobre el material. En este fenómeno, parte de los rayos siguen adelante, mientras que otros son reflejados hacia atrás, en dirección del cuerpo luminoso, en cada una de las dos situaciones se produce alguna difusión.

La transmisión de la luz se manifiesta de diferentes maneras:

- 1—Refracción: Es el cambio de dirección que sufre un rayo luminoso al atravesar a la superficie que separa dos medios, uno más denso que el otro.
- 2—Difusión: Al pasar los rayos de luz de un cuerpo menos denso a otro más denso, y



volver a salir al menos denso, los rayos de luz se dispersan.

3—Polarización: Al llegar los rayos de luz a una superficie polarizada, los que se encuentran en sentido horizontal son eliminados, mientras que permite que los rayos polarizados en sentido vertical atraviesen la superficie.

1—Refracción:

Es el cambio de dirección que sufre un rayo luminoso al atravesar la superficie que separa dos medios transparentes. Se puede ver cuando la luz viaja através de un medio a otro, la luz debe estar en concordancia con las leyes que se dan de acuerdo a la nueva superficie. Puede tomarse el ejemplo en las ondas de agua, en que los rayos de luz son perpendiculares a las ondas frontales. Al penetrar a un material más denso, cambian de curso los rayos de luz, que están de acuerdo con las ondas nuevas de agua, ya que ellas también cambian de curso al volverse más lentas.

Este hecho es conocido como refracción y la cantidad de luz que es refractada obedece a la ley de Snell's cuya fórmula es dada por la proporción $= \frac{\text{seno de ángulo de incidencia}}{\text{seno del ángulo de refracción}}$ que resulta en una constante llamada índice refractivo para los dos materiales.

Esta proporción es relativa a la densidad de los dos materiales. Por ejemplo, el índice refractivo entre el aire y el agua es más bajo que el que existe entre el aire al vidrio.

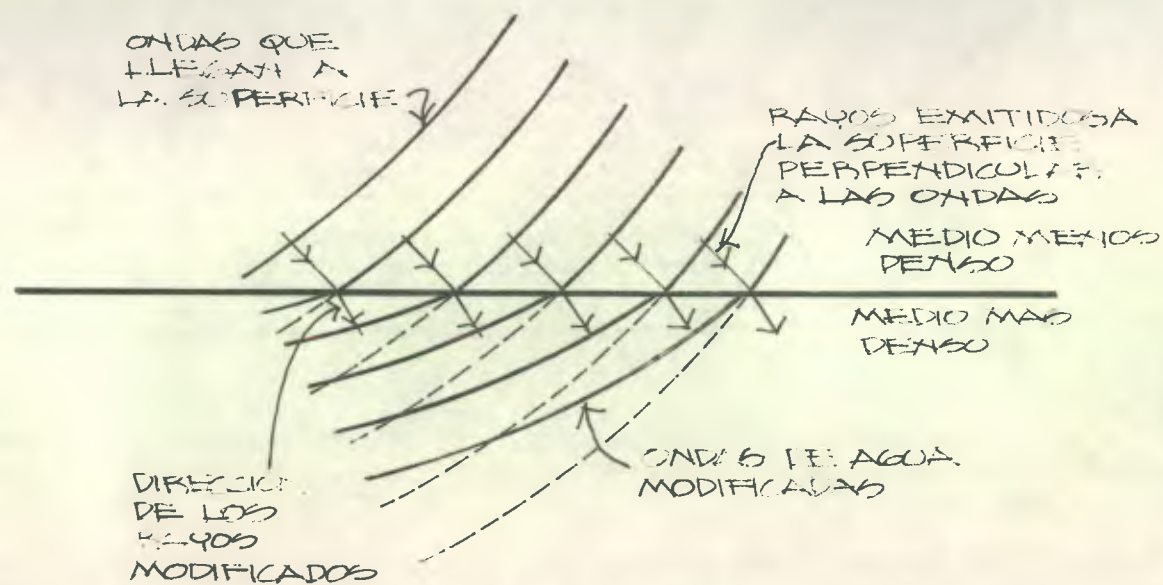
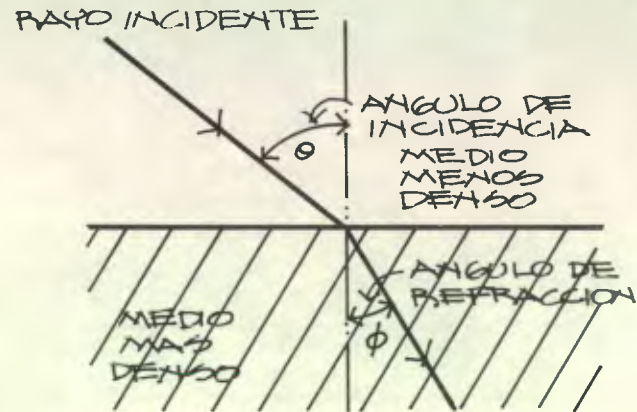
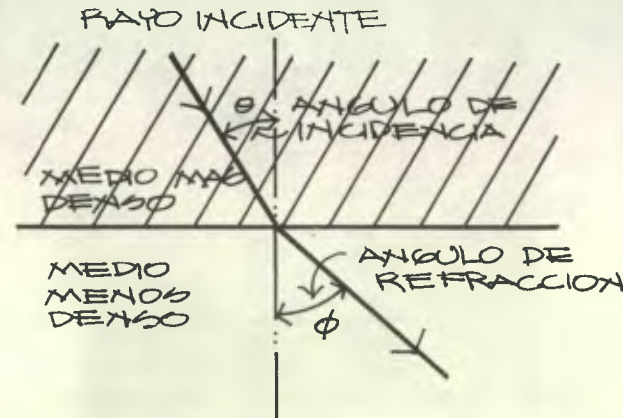


FIG. 7- REFRACCION DE LA LUZ SEGUN LA LEY DE SNELLIO

Cuando el rayo de luz emerge de un medio más denso al menos denso sucede el proceso contrario, cuando el rayo de luz emerge en la superficie opuesta del material más denso, es refractado el rayo pero en dirección opuesta. El índice refractivo es el mismo radio.



REFRACCION DE UN MEDIO
FIG. 8- MENOS DENSO A UNO MAS
DENSO



REFRACCION DE UN MEDIO
MAS DENSO A UNO MAS
DENSO

Cuando la luz atraviesa una superficie transparente en forma de lámina plana como el vidrio, pero más denso que el aire, sigue la misma dirección pero desplazada en posición.

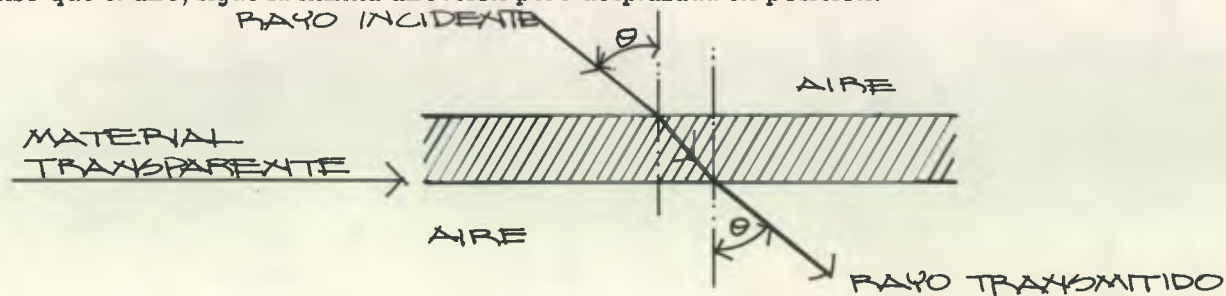


FIG. 9- REFRACCION A TRAVES DE UNA HOJA DE VIDRIO

Si no fuera una lámina plana sino secciones cruzadas como cuñas, la luz tomaría lugar en cada superficie pero seguiría las mismas leyes de Snell's. Este principio es la base de todos los sistemas de refracción y los elementos prismáticos que inclinan la luz en este sentido son llamados prismas refracterios.



FIG. 10- PRINCIPIO DEL PRISMA REFRACTARIO

Cuando un rayo emerge de cierto material más denso con un rayo inclinado fuera de su curso presenta ciertos problemas. Cuando el ángulo de incidencia se incrementa arriba de cierto valor deformado por el índice refractivo, el rayo no emerge sino que es reflectado de regreso dentro del material, o sea, es internamente reflectado.

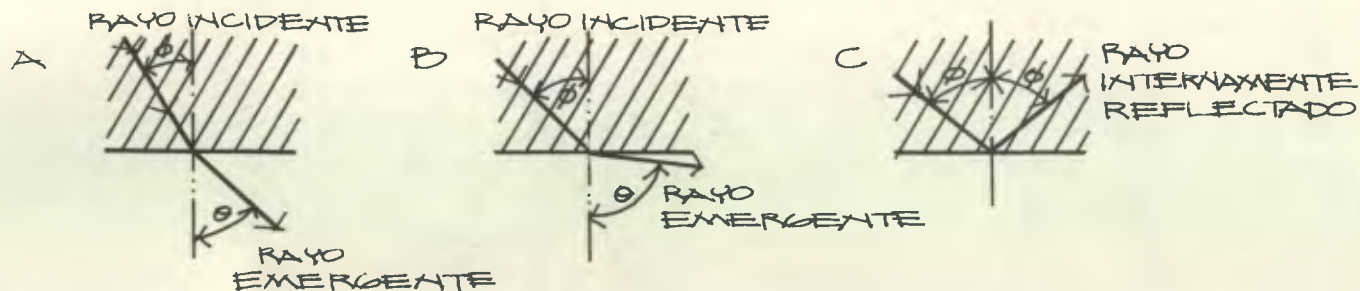


FIG. 11- REFLEXION INTERNA

El principio de la reflexión interna es utilizado con el principio de los prismas reflectivos en la vida práctica. Un ejemplo son los reflectores (stops) traseros de los automóviles en que los rayos de luz atraviesan un ángulo de 180°

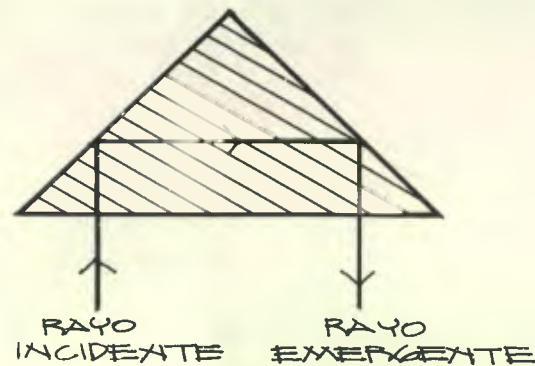


FIG. 12- PRISMA REFLECTIVO

La combinación de refracción y reflexión interna puede controlarse como que si fuera una luz similar al reflector espectacular. Se usa cuando un prisma refractario simple no puede lanzar la luz lo suficientemente lejos.

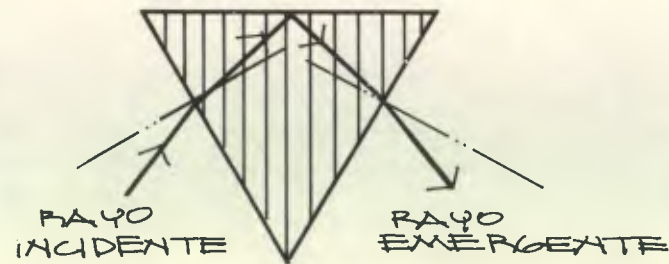


FIG. 13- PRISMA REFLECTIVO Y REFRACTIVO

Las leyes de refracción y reflexión interna, para su eficacia dependen de que los materiales estén perfectamente claros y transparentes.

2-Difusión

La difusión puede resultar de la naturaleza del material o puede ser causada por la desigualdad de su superficie. La luz debe expandirse a una extensión más grande cuando la difusión es causada por las partículas del material. Los vidrios densos de ópalo dan una completa difusión a los rayos de luz que pasan por ellos. El vidrio aparece igualmente brillante desde todos sus ángulos.

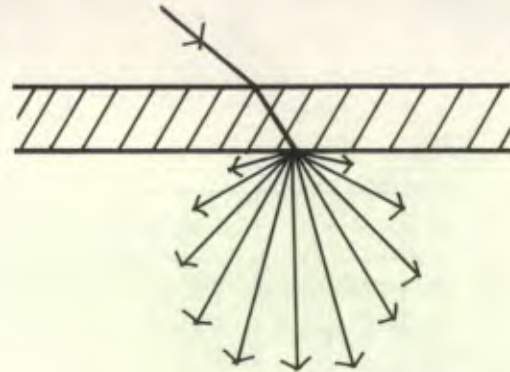


FIG. 14 - TRANSMISION DIFUSA

Los vidrios rayados por la arena expanden la luz por una superficie desigual. Algunos otros resultados de reflexión son estrictamente dictados por las leyes normales de reflexión. En este caso la transmisión es preferencial.

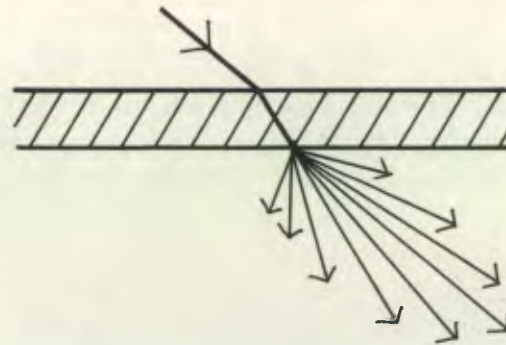


FIG. 15 - TRANSMISION PREFERENCIAL

Para el diseño con superficies naturales, el incremento en la reflexión de luz y el ángulo de incidencia a una superficie transmitida que ha sido incrementada debe controlarse para lograr el efecto que se desee.

Si un material tiene un factor de transmisión muy alto como las ventanas de vidrio pulido, al viajar la luz perpendicular a la superficie, solamente una pequeña cantidad de luz es reflejada. Así como el ángulo de incidencia se incrementa, la proporción de luz reflejada se incrementa hasta que la luz se inclina a un plano paralelo del vidrio; cerca del 100o/o de luz reflejada hasta que no es transmitida.

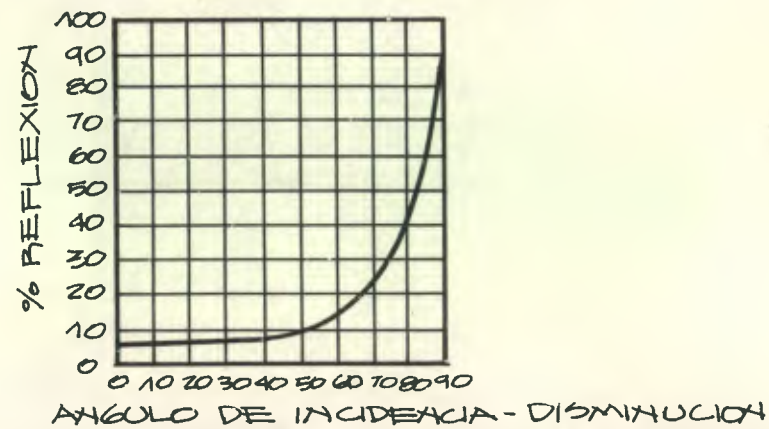
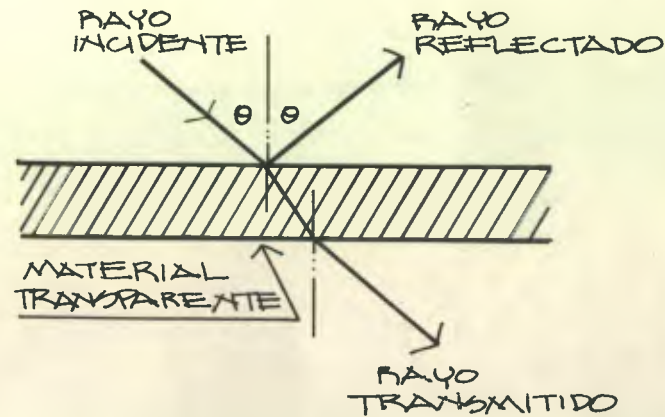
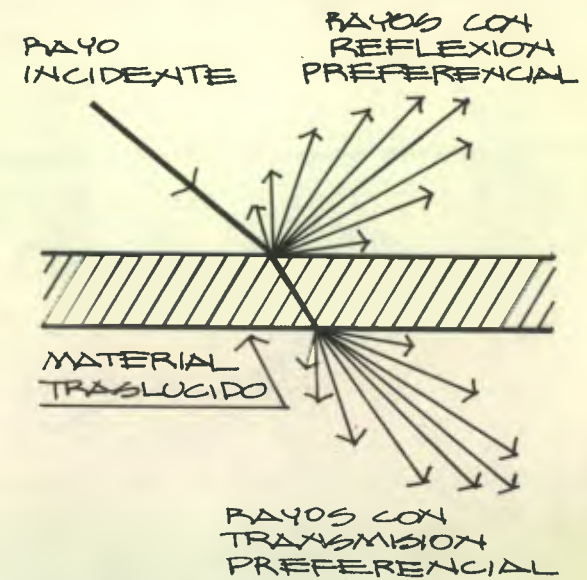


FIG. 16- RELACION ENTRE EL % DE REFLEXION Y EL AN-
GULO DE INCIDENCIA

Lo anterior puede observarse en los cuadros cubiertos de vidrio, si la luz está muy lejana, su imagen reflejada puede ser vista desde la posición de observador; y si está cerca, la cantidad de luz pasa através del vidrio, ambos materiales transparentes y translúcidos tienen reflexión.



TRANSMISION A TRAVES
FIG. 17- DE UN MATERIAL
TRANSPARENTE



TRANSMISION A TRAVES
DE UN MATERIAL
TRASLUCIDO

1.5.3-ABSORCION

El factor de absorción es el porcentaje de luz incidente que absorbe el material. El total de los factores de reflexión y transmisión y absorción de los materiales es 100o/o, pero ningún material tiene 100o/o sólo de transmisión o reflexión, por lo que todos los materiales producen alguna absorción de luz.

El factor de absorción es en su mayoría considerado como el que permanece cuando los factores de reflexión y transmisión han sido reducidos. Como ejemplo tenemos el aluminio pulido, que tiene un factor de reflexión del 80o/o, un factor de transmisión de 0o/o, y un factor de absorción del 10o/o, aproximadamente.

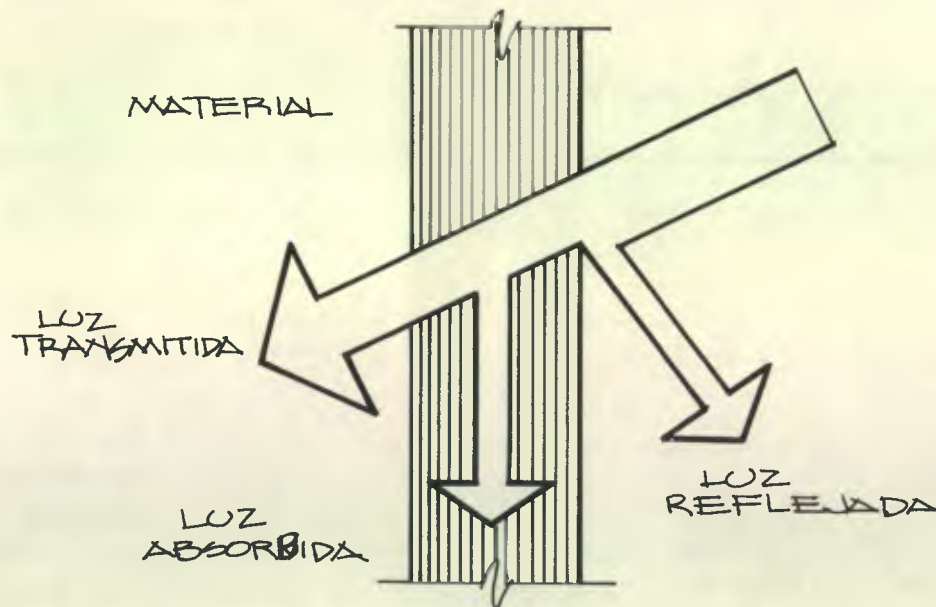


FIG. 18- MANIFESTACION DE LA LUZ EN LOS MATERIALES TRANSPARENTES (VIDRIO).



**DISEÑO DE AMBIENTES,
MANIFESTACION DE LA LUZ
QUE AFECTA A LAS CONDICIONES
FISICAS DEL HOMBRE**



2 | MANIFESTACION DE LA LUZ QUE AFECTA A LAS CONDICIONES FISICAS DEL HOMBRE.

2.1- OPTICA

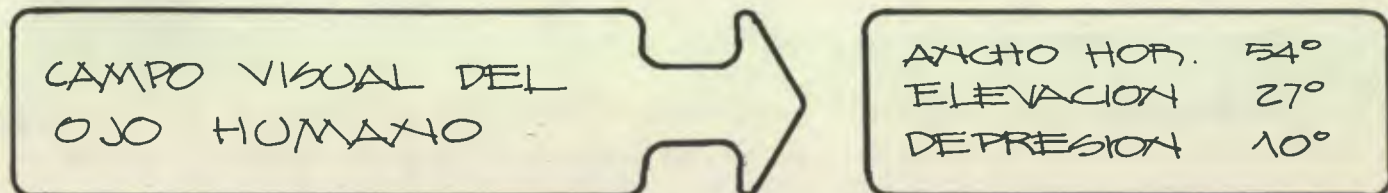
Para los efectos de la luz, se considerará únicamente el aspecto visual, y la forma como incide en el hombre.

Optica	campo visual
	color
	tono

2.1.1- Campo visual:

Se le define como la percepción visual de las partes que están en nuestros alrededores con la cabeza y los ojos inmóviles. Este abarca una anchura de 54° y un ángulo de elevación de 27° y otra de depresión de 10° . Para una visión definida y perfecta, pero los dos ojos tienen un campo visual de 360° sin foco perfecto, dependiendo de la calidad visual individual.

En la mayoría de los trabajos que se realizan, la parte de la tarea en la que se concentra la atención es tan grande que no es posible abarcarla con los ojos inmóviles, sin embargo, para esa tarea que se quiere hacer no es suficiente el campo visual.



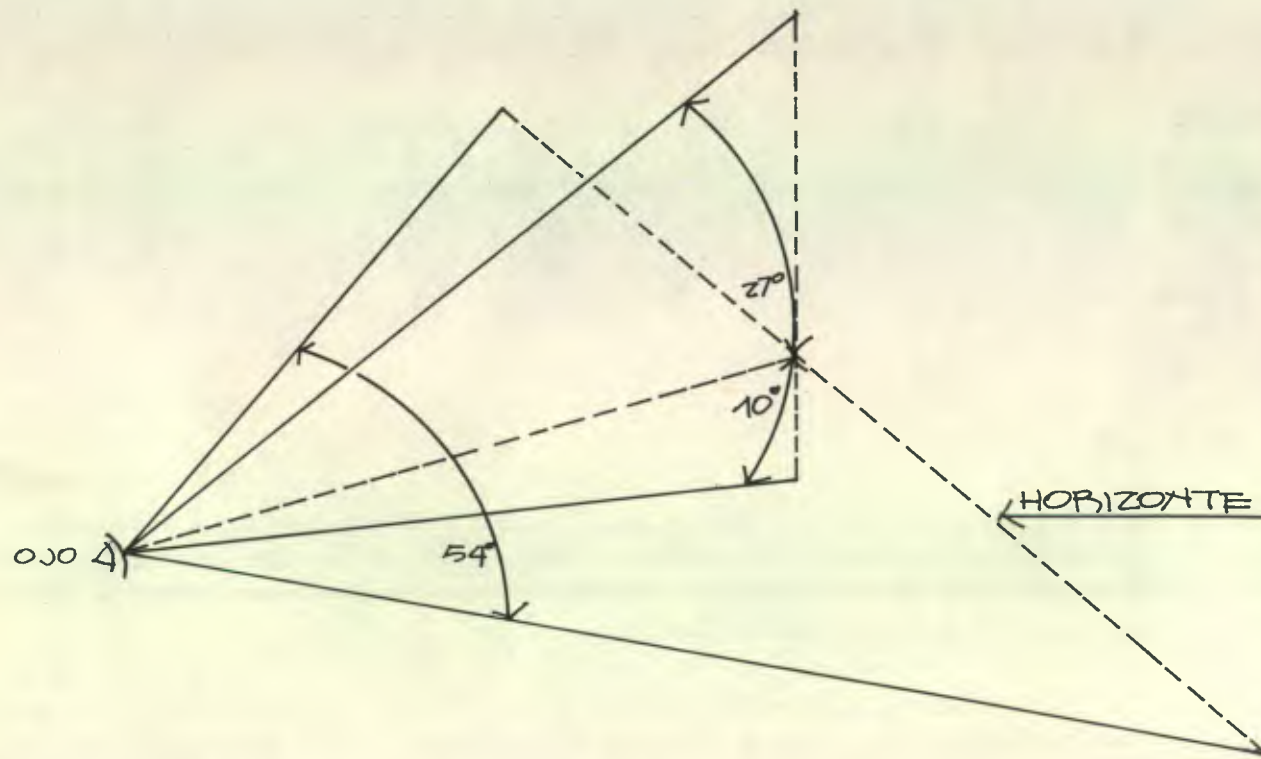


FIG. 19- CAMPO VISUAL CON LA CABEZA Y LOS OJOS INMOVILES

Causas de la disminución de la visibilidad

a- **Incomodidad visual:** se produce cuando la fuente luminosa está de tal modo que la línea imaginaria que la une al ojo del observador, forma un ángulo muy pequeño con la que une esta a la tarea o trabajo.

Se produce también cuando la fuente luminosa no proyecta la suficiente cantidad de luz al observador, teniendo éste que esforzar la vista para desarrollar la tarea. Esto manifiesta una incomodidad visual que

depende más de la luminancia y el contraste, que de la intensidad de la fuente.

b— Deslumbramiento: manifestado de dos formas: directo y reflejado.

Directo: depende de la luminancia, intensidad y área visible de la fuente luminosa. También está determinado por la ubicación de las fuentes luminosas en relación con el ángulo visual del observador.

Reflejado: se provoca cuando existe poco poder de difusión, incapaz de reducir la luminancia de la imagen reflejada de la fuente. Asimismo, existen grandes diferencias de intensidad de luz reflejada sobre objetos inmediatos al campo visual.

Tanto el deslumbramiento directo como el reflejado afectan al hombre en el aspecto fisiológico y psicológico. En el primero se reduce la capacidad de percepción visible, en el segundo, se originan molestias que se traducen en inconformidad como fatiga, estado nervioso, etc.

Métodos para mejorar la visión:

a—En Incomodidad visual:

Iluminación: se logra con suficiente intensidad lumínica, que debe ser tanto mayor, cuanto más fino sea el trabajo y menos se refleje en la tarea que se desarrolla.

Uniformidad: lograda cuando el ambiente está libre de variaciones marcadas del grado de iluminación, esta depende de la reflexión de paredes, techos, suelo y muebles.

Difusión: se relaciona con el número de direcciones y ángulos desde los cuales proceden los rayos luminosos. Una buena difusión se obtiene cuando la luz incide sobre una superficie mate o satinada en varias direcciones, eliminando la sombra, penumbra y puntos brillantes. Cuando la transmisión es progresiva entre los diferentes puntos del ambiente, se logra una buena difusión aumentando la superficie de la procedencia de luz y graduar los fondos del área de trabajo.

b— En deslumbramiento:

Con el estudio de la línea general de visión de la mayoría de los observadores para el control de luz.

Con uso de luz para áreas de gran superficie y bajo coeficiente lumínico.

Si la iluminación en el ambiente es mayor que la necesaria, puede reducirse el deslumbramiento por difusores sin que tenga importancia la disminución de luminancia en el contorno general.

La luminancia del fondo de un ambiente puede incrementarse con acabado de paredes, en que, sabiendo el porcentaje de reflexión se logra una mejor difusión de luz, sin provocar deslumbramiento.

Apartando la fuente, tanto como sea posible del campo visual, solución solo posible, cuando la tarea exija una misma orientación a todos los ocupantes del local.

Aumento de las superficies de ventana de los locales, ya que se elimina la brillantez manteniendo uniformidad de luz en el ambiente.

2.1.2— Color:

Habiéndose analizado la procedencia del color, en el primer punto, resumiremos:

- a— El color está comprendido dentro del espectro visible.
- b— Se tiene en cuenta su longitud de onda para determinarse y las longitudes varían de 3800 a 7600 Amstrong.
- c— Vemos los colores porque la retina del ojo humano recibe de el cerebro sensaciones en sus terminales nerviosas.

Importancia del color para el diseño de ambientes interiores

1- Efectos en las personas y objetos:

El ojo humano no es sensible con igual magnitud a todo el espectro visible, ya que es más sensible al color amarillo. Por eso, cuando hay una gama de colores, el que más sobresale es el amarillo, después el verde. Si la luz es emitida en todo el espectro se tiene la sensación de blanco. Un gran porcentaje de luz emite un color específico y la ausencia de luz da el negro.

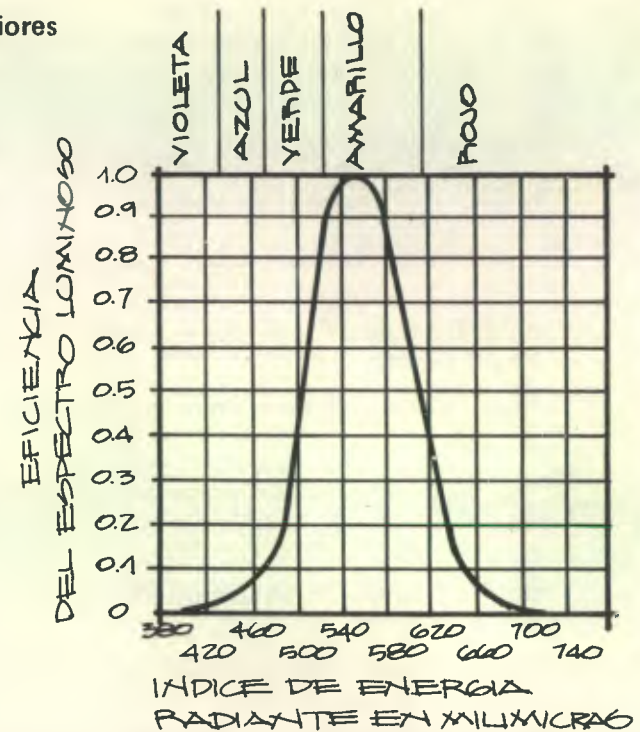


FIG. 20- SENSIBILIDAD DEL OJO A LOS COLORES

El color de los cuerpos depende de su constitución molecular, es decir, de su capacidad para reflejar o transmitir diferentes longitudes de onda.

El color está determinado por la clase de luz que baña un objeto según sea la fuente de luz. Ya sea policromática como el sol, o monocromática como una fuente o lámpara de luz artificial.

El color es relativo, primero a la cantidad de luz que brille sobre él para la claridad u oscuridad; segundo, está sujeto a la influencia del medio circundante.

Todos los colores tal como los vemos son modificados por las condiciones del momento. La luz cálida da al color cálido mayor brillantez, el color frío le quita luz.

Todos los colores expuesto a la luz se convierten en una fuente de color reflejado, que se refleja sobre la luz menos intensa.

Dos colores cualesquiera estarán en armonía cuando uno de ellos o los dos contengan algo del otro.

El color local no debe perder nunca su intensidad en la sombra.

Ningún color puede tener en la sombra una intensidad mayor que en la luz.

No es cierto que el color expuesto a la luz más brillante sea siempre el más fuerte, la luz siendo blanca puede diluir el color. Los medios tonos pueden contener el color más brillante y puro.

Todos los colores tienen una intensidad máxima que no puede sobrepasarse.

2— Forma de emplear el color para el diseño de ambientes interiores

Cuando deba complementarse la luz natural con la iluminación artificial.

Cuando haya ambientes especiales como laboratorios, análisis especiales, etc. deben distinguirse las áreas de trabajo con colores claros en relación con el contorno para dar la sensación de limpieza y orden.

Cuando el carácter de los usuarios del ambiente, como niños y enfermos, requieren sensaciones especiales en el mismo. En el primer caso se deben buscar colores alegres y fuertes, en el segundo procurar el blanco y colores claros.

Cuando los niveles de iluminación deban ser muy elevados y el proyecto requiera ajustes a una máxima economía en el consumo de fuentes luminosas debe usarse el color blanco tomando en cuenta la textura de

las superficies para evitar su brillantez.

Procurar que los techos de ambientes sean blancos, salvo casos específicos. Donde se quiera obtener otras sensaciones como en el caso de ambientes bajos, el uso de colores oscuros provocan sensación de lejanía.

Pequeñas áreas, maquinaria o equipo deberá presentar cierto contraste con paredes y piso.

Contemplar el estudio de colores predominantes en las superficies reflectoras, sabiendo que los colores claros aumentan la intensidad de deslumbramiento.

El color de paredes, pisos y objetos que sean fijos; deben estudiarse en conjunto para lograr una armonía en todo el ambiente.

Adecuar la coloración de cada ambiente, según su uso para que el individuo manifieste eficiencia en áreas de trabajo; reposo en áreas de descanso; animación en áreas sociales, etc.

2.1.3– Tono:

Es el grado de valor entre el blanco y el negro. El tono es la apariencia visual del momento, tal como es afectada por la luz incidente y la luz reflejada, o por la falta de luz produce la obscuridad.

El tono tiene su valor propio o valor local que puede ser iluminado y oscuro mediante la luz o falta de ella.

Propiedades del tono:

1– Entre la luz y la sombra siempre existe una relación. Cuanto más brille la luz, por contraste parece más oscura la sombra. Cuanto más apagada la luz, más se aproxima el valor de la sombra y el valor de la zona iluminada; o sea, que la relación entre luz y sombra depende de la intensidad lumínica.

2– Las sombras además de tener con respecto a la luz una relación de intensidad que los coloca varios tonos más bajos que aquella, están también sujetos a otras influencias. Todo objeto sobre el cual cae la luz, devuelve parte de ella en forma de luz reflejada. Es decir, que con respecto a la sombra no es posible formular una regla absoluta; si la luz resplandece sobre un fondo blanco, algo de ella se refleja sobre las sombras de un mismo objeto ya que con luz natural casi todas las sombras contienen algo de luz refleja.

3– La luz refleja es luminosidad dentro de las sombras, el borde de la sombra mantiene por lo general la relación de intensidad, eliminando la luz refleja.

4– La sombra es un lugar a donde no llega la luz emitida por la fuente. La penumbra es una sombra parcial, ente iluminada por una fuente luminosa. La luz reflejada por una superficie blanca en pared o techos, se extiende en muchas direcciones. La difusión es pobre si se ilumina solamente desde una dirección, produciendo confusión visual.



FIG. 21- INTENSIDAD EN EL TONO



B

**DISEÑO DE AMBIENTES,
MANIFESTACION DE LA LUZ
QUE AFECTA A LAS CONDICIONES
PSICOLOGICAS DEL HOMBRE**



3

3 MANIFESTACION DE LA LUZ QUE AFECTA A LAS CONDICIONES PSICOLOGICAS DEL HOMBRE

3.1- CONFORT DE LOS AMBIENTES:

Al proyectar los niveles de iluminación adecuados para los ambientes de un edificio, indiscutiblemente se consideran los efectos que la luz provoca en las personas que permanecerán en él.

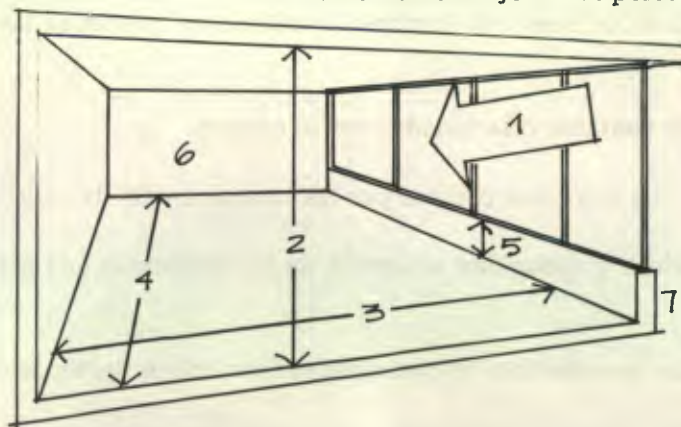
Cuando se hace un análisis de confort ambiental, se contemplan las condiciones de soleamiento, vientos, temperatura, humedad relativa, obstrucciones, etc. etc, En este caso, por el tipo de estudio, se analizará únicamente a los elementos que se relacionan con la iluminación.

Para ello se necesitan considerar en conjunto los aspectos relativos a los ambientes, luz y hombre, como son:

3.1.1.- calidad de una buena iluminación

3.1.2.- factores que afectan la calidad y cantidad de luz

3.1.3.-efectos en la concentración de trabajo de las personas



- 1 - TRANSMISION DE LUZ POR EL AREA DE VENTANA -SE DETERMINA MULTIPLICANDO EL % DE TRANSMISION POR EL AREA DE VENTANA.
- 2 -ALTO DEL TECHO
- 3 -ANCHO DEL AMBIENTE
- 4 -LARGO DEL AMBIENTE
- 5 -ALTO DEL SILLAR VENT.
- 6 - REFLEXION DE PARED.
- 7 -REFLEXION DEL AREA ADYACENTE.

FIG. 22-CONDICIONES DE LOS AMBIENTES Y AREAS ADYACENTES PARA UN BUEN CONFORT

3.1.1.— Calidad de una buena iluminación:

Es el conjunto de propiedades que determinan la profundidad y la dureza de las sombras, y la presencia de reflejos. Los dos extremos de calidad se dan, uno por el haz de luz y el otro por un cielo brumoso. El haz de luz produce sombras, tanto directas como reflejadas, que son oscuras (profundas) y netamente definidas (duras).

En las buenas las sombras son apenas visibles. Esta diferencia viene producida por la dirección de la luz incidente. En el haz de luz, el flujo luminoso que incide sobre un objeto iluminado viene en una sola dirección y en la bruma llega la luz a los objetos en un gran número de direcciones diferentes pero adyacentes.

3.1.2.— Factores que afectan la calidad y cantidad de luz en los ambientes:

- 1— adecuar la distribución de la luminosidad del cielo y las condiciones de la luz natural a la propia localización y orientación del edificio.
- 2— definir la localización y naturaleza de obstrucciones con sombras y volúmenes que tapan las ventanas, como edificios y árboles.
- 3— estimar el tamaño, forma y localización de ventanas relacionadas con el espacio.
- 4— conocer la trasmisión de luminosidad, ya que sufre una pérdida por las características del vidrio.
- 5— analizar las superficies del interior, naturaleza y capacidad reflectiva de los ambientes que afectarían la cantidad y distribución de luz.
- 6— la luz natural adecuada será bien distribuída de acuerdo a las necesidades funcionales del espacio.
- 7— la relación de claridad tiene que ser satisfactoria y sin brillo excesivo en circunstancias ordinarias.
- 8— la sensación lumínica en el espacio debe ser parejo, sin área de sombra excesiva.

9- la dirección general de la luz debe ser coherente para establecer una clara definición de la forma en el uso del modelo y del color.

10- el área óptima de la ventana tendrá que ser considerada por la penetración de luz, asimismo, la cantidad de calor que pueda absorber y el control de vientos para establecer una zona de confort ideal.

11- la iluminación producida por una fuente es unidireccional y en la bruma la iluminación es difusa. La zona de sombra de los objetos iluminados muestran en sí las mismas diferencias por lo que se refiere a la iluminación direccional y difusa, que las sombras proyectadas y las variaciones de los reflejos en objetos con superficies lisas son similares.

12- cuanto más pequeña sea una fuente de luz, mayor ha de ser su luminancia para producir un flujo luminoso determinado.

13- La dirección principal en la cual llega la luz a la labor, determina la posición de las sombras propias y proyectadas, y las direcciones desde las cuales pueden ser observados los reflejos en una superficie dada.

14- La intensidad de deslumbramiento aumenta con:

- a- el brillo de la fuente de deslumbramiento
- b- la proximidad de dicha fuente al centro del campo de visión y su tamaño aparente
- c- contraste entre la fuente y el fondo

15- el color de la luz.

16- El nivel de iluminación en el trabajo

3.1.3- Efectos en la concentración para el trabajo del individuo:

La comodidad visual fluye en la capacidad de concentración de una persona produciendo los siguientes efectos:



- 1— La atención permanece más tiempo en el trabajo cuando éste está localmente alumbrado con una luminancia superior al contorno.
- 2— Una fuente luminosa en el campo visual distrae la atención cuando es fija y brillante, entonces la mirada suele permanecer más en las fuentes pequeñas de luminancia intensa.
- 3— El movimiento de los ojos en presencia de fuentes extensas consiste generalmente en tránsitos tranquilos entre la tarea y la fuente, en que la mirada permanece por varios segundos antes de retornar al trabajo.
- 4— El movimiento de los ojos en presencia de fuentes de luminancia intensa tiende a presentarse como rápidos vistazos a la fuente pasando por los planos posteriores antes de volver al plano de trabajo.

3.2– Niveles de iluminación:

Se determina por el tipo de actividad y el diseño propio del ambiente, para ello se considera:

3.2.1 – La iluminación en relación con el trabajo.

3.2.2 – Tablas de niveles de iluminación.

3.2.1– La iluminación en relación al trabajo.

Depende de diferentes factores:

- 1– Del tamaño de los detalles a distinguir.
- 2– Del contraste de luminancia o del color de los detalles importantes en relación con su fondo inmediato.
- 3– De la velocidad y precisión requeridas en la ejecución.
- 4– Del tiempo durante el cual haya de efectuarse la labor sin interrupción.

Tipos y clasificaciones del trabajo según su precisión:

a– Trabajos muy finos:

- Mecánica de precisión: alta precisión, detalles especiales.
- Clasificación de las hojas de tabaco: diferencias mínimas de color.
- calcar o pasar a tinta dibujos técnicos: diferentes detalles finos y contrastes de luminancia escaso.
- Tipografía: contrastes y variables entre la letra y el cajetín.
- Otros: Inspección de productos de alta calidad en fábricas de cristal, telas, cueros, cerámica o metal, grabado, pulimentado, tallado de diamantes y cristal.

b– Trabajos finos:

- Fabricación mecánica de tejidos oscuros: detalles finos, bajos contrastes de luminancia, gran

concentración requerida para evitar errores.

- Trabajos con máquinas: uso de diferentes tipos de herramientas en la industria mecánica, con gran precisión, contraste de luminancia frecuentemente escaso y perturbado por reflejos, acciones realizadas muy de prisa. En máquinas automáticas o semiautomáticas, largas interrupciones entre las fases más difíciles de la labor.
- Dibujo industrial: Contrastes de luminancia difíciles para obtener una atención sostenida ininterrumpidamente durante largos periodos para evitar inexactitudes. Tolerancias generales muy pequeñas. Fuerte concentración de la atención sobre el trabajo, debido a la imposibilidad de delegar en una máquina.
- El ajuste de precisión: contrastes de luminancia difíciles de distinguir, parcialmente a causa de reflexión sobre la pieza que se ha de ajustar con terminado muy preciso en lo referente a dimensiones y acabados de superficie, trabajos largo y sostenido.
- Otros: sastrería confeccionada, montaje de pequeños aparatos y máquinas, tipografía, pintura a pistola, afilado de herramientas.

c- Trabajos de finura media:

- Trabajo de oficina: lectura y dactilografía con letras y cifras pequeñas que den un buen contraste contra el fondo claro sobre el cual se destacan. Trabajo largo y sostenido, que exige atención constante para evitar errores.
- Fabricación mecánica de tejidos de colores claros, labores de colores claros, a veces contraste de color bien definido.
- Ajuste corriente; igual que el ajuste de precisión, pero con menores exigencias.
- Carpintería mecánica de obras: generalmente trabajo de colores claros, con formas fácilmente reconocibles y detalles grandes, el trabajo más fino como ajuste de máquinas, trazado, se limita a periodos cortos.
- El hilado mecánico con hilos oscuros: contraste de luminancia bajo entre las hebras y el fondo, pero que necesita una observación precisa solamente en trazado y en la reparación de defectos. (Hebras rotas).
- La fabricación de modelos para la industria mecánica: detalles de tamaño mediano, a veces es



**METODO DE CALCULO
DE ILUMINACION NATURAL**



posible coloreando parte de las piezas, aumentar el contraste.

- Fabricación de moldes para piezas de fundición de finura media, el montaje de máquinas grandes, el recortado embutido y remachado de planchas de metal, tipografía mecánica, encuadernación.

d- Trabajos corrientes:

- El hilado y torcido a máquina de hebras de colores claros: elevado contraste de luminancia, sólo se requiere agudeza visual al localizar y reparar defectos (hebras rotas).

Otros: canterías. preparación de pulpa de papel, fabricación de ladrillos fundición basta.

e- Trabajos bastos:

- Laminado, fundición de hierro, carga y descarga de material y objetos grandes, tratamiento preparatorio de las materias primas en las industrias de papel, textiles y de vidrio, orientación en los pasillos y escaleras.

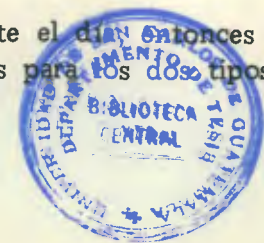
3.2.2- Tablas de niveles de iluminación

Tomando en consideración, el orden de los tipos de trabajo, se hará una clasificación de intensidades de iluminación.

Para ello existen tablas que se aplican tanto en Europa como en Norteamérica. Las primeras por los costos de iluminación artificial que son caros, y el índice de luz natural son bajos a través del año, se han obtenido niveles de iluminación no recomendables a los países tropicales.

Las tablas norteamericanas exigen un nivel de iluminación más alto, ya que económicamente es financiable el mantenimiento de luz artificial. En este país es deficiente el nivel de iluminación natural por su posición geográfica, utilizando luz artificial durante el día.

En Guatemala, se tiene la ventaja de poder utilizar la luz natural durante el día entonces nos basaremos en niveles aplicables en norteamérica, porque son las mismas tablas para los dos tipos de



iluminación.

Aún dentro de las tablas norteamericanas existen clasificaciones diferentes para un mismo ambiente, por lo que es recomendable tener un criterio amplio para adaptarlas a nuestra latitud.

De esta forma, se ha considerado que las tablas usadas en este trabajo son las más recomendables para el país.

Ver Tabla en anexo, al final del libro.



4 METODO DE CALCULO DE ILUMINACION NATURAL.

4-1 Consideraciones de tipo físico.

4-1-1 Ventanas:

El área de ventanas, su forma y posición, determinan la cantidad de luz y la penetración de luz directa al interior de los ambientes.

Para su diseño es necesario considerar:

- 1- Tipos de ambientes
- 2- Clases de aberturas
- 3- Efectos del diseño.

1- Tipos de ambientes:

En el capítulo anterior se hizo una clasificación de los niveles de iluminación requeridos para las actividades a desarrollar de las personas que permanecen en el interior de los ambientes. Definitivamente el diseño de ventanería influye directamente en la luz que penetra en un ambiente, sin olvidarse que se debe obtener el grado de iluminación específico.

Para ello se contemplarán los factores siguientes:

- Tener una buena distribución de luz de acuerdo a las necesidades funcionales del espacio. Las necesidades pueden diferir por las actividades del edificio a usar.
- En oficinas y escuelas, se requerirá mayor iluminación y espacios amplios, en vestíbulos y salas se requerirá iluminación para transitar, sin llegar a altos índices.

– Considerar que la relación de brillantez sea satisfactoria y no un resultado del reflejo en circunstancias ordinarias.

– Lograr que los ambientes no tengan contrastes excesivos en tonos y colores, procurando que la dirección general de la luz sea adecuada a la sensibilidad del ojo para que su intensidad sea adecuada a la actividad a desarrollar.

– La ventana óptima, debe determinarse cuando además de las características lumínicas se considere el calor transmitido al interior o al exterior según la estación del año.

– Omitirse por completo el fachadismo y aberturas arbitrarias de ventanas, estimando que se sacrificaría el confort humano por una ostentación

– Determinar la incidencia solar en los ambientes, esto depende de la latitud del edificio a estudiar; la altitud y azimut del sol.

– Estudiar los efectos producidos por los parteluces en la incidencia del sol, para obtener un control más efectivo a través del año.

– Conocer los índices de reflexión, transmisión y absorción de los materiales de los ambientes para tener un mejor control de la luz y calor.

– Considerar en general, que los acabados son determinantes para mejorar la difusión de la luz, por lo que habrá necesidad de analizar el efecto que producen.

– Analizar el porcentaje de luz que penetra en los ambientes de acuerdo a la posición de los objetos que se ubicarán en el interior.

– Estudiar los diferentes tipos de vidrio que podrían usarse para mejorar la incidencia de luz solar.

- Considerar también el aspecto económico para el tipo de ventana que se quiera colocar.
- Estudiar los efectos que producen las obstrucciones exteriores.

* Ver como complemento los capítulos 2 y 3

Todos estos factores se explicarán detenidamente en los capítulos siguientes, para que sean aplicados con efectividad.

De esta forma, según su uso, clasificaremos a los ambientes en la forma siguiente:

- | | | |
|-------------|---------------|-----------|
| a- vivienda | d- industria | |
| b- oficinas | e- educación | g- otros. |
| c- comercio | f- recreación | |

2- Clases de aberturas:

En el diseño para ventanas se hace ver que el área determina la cantidad de luz que entra en el ambiente y su forma y localización determinan la penetración de luz.

Pueden exponerse tres ejemplos que aclararán esta definición:

a- Una ventana cuyo sillar es bajo, con un dintel separado del techo, dará iluminación en poca área del ambiente con un cielo nublado, especialmente si está orientada hacia el norte. La mejor luz únicamente incidirá en áreas próximas a la ventana, habrá poca luz en el fondo y parte alta del ambiente.

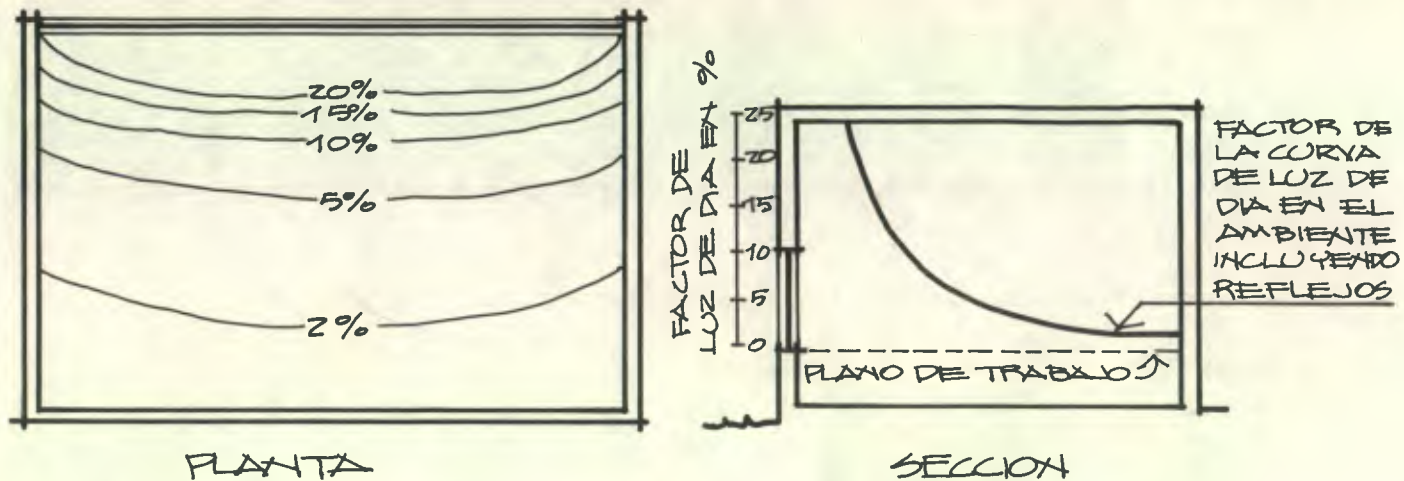


FIG. 23-VENTANA LARGA Y BAJA (INCIDENCIA DE LA LUZ EN %)

b- Si en la misma área de ventana que el ejemplo anterior, se colocan unos muros pequeños, verticales, que la dividen, con el dintel más alto, la pérdida de luz será menor, mejorándose el nivel de iluminación.

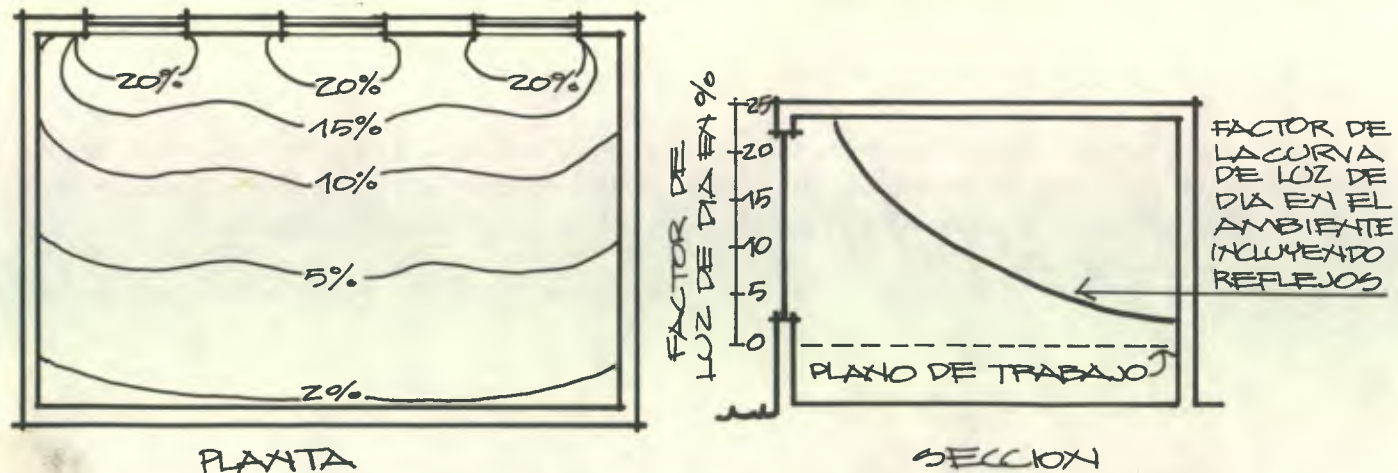


FIG 24-VENTANA ANGOSTA CON MUROS VERTICALES (INCIDENCIA DE LA LUZ EN %).

c- Si se suben el sillar y dintel de la misma ventana; se observa que sube totalmente el nivel de iluminación, sin colocar los muros.

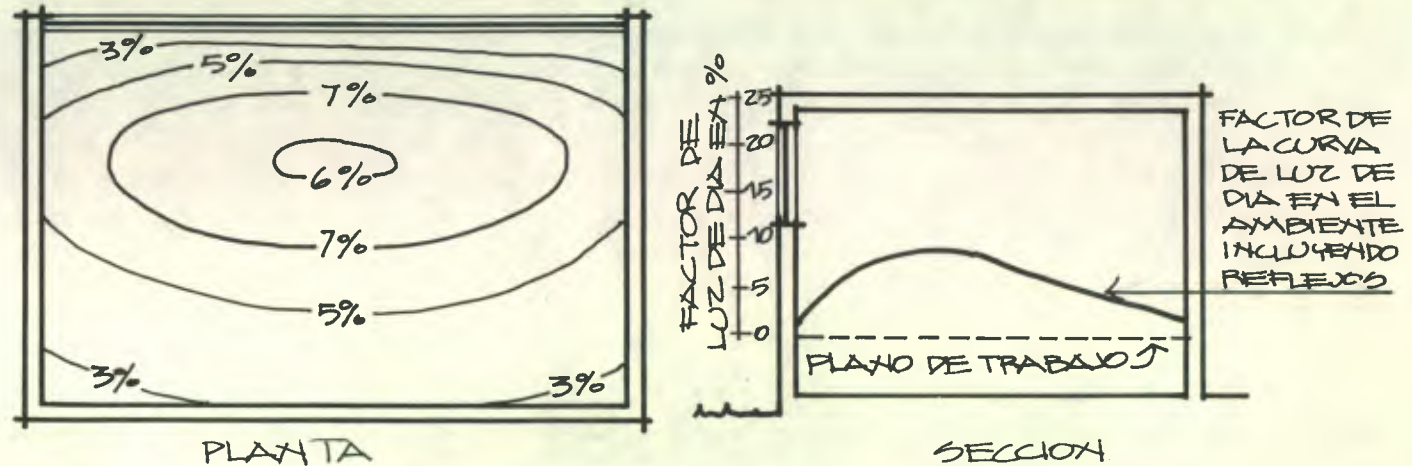


FIG. 25-VENTANA LARGA Y ALTA (INCIDENCIA DE LA LUZ EN %)

3- Efectos del diseño:

El efecto de una obstrucción externa, como edificios y árboles para los ejemplos anteriores disminuirá aún más las penetraciones de luz, considerándose que el caso "c" es el que sufrirá menos.

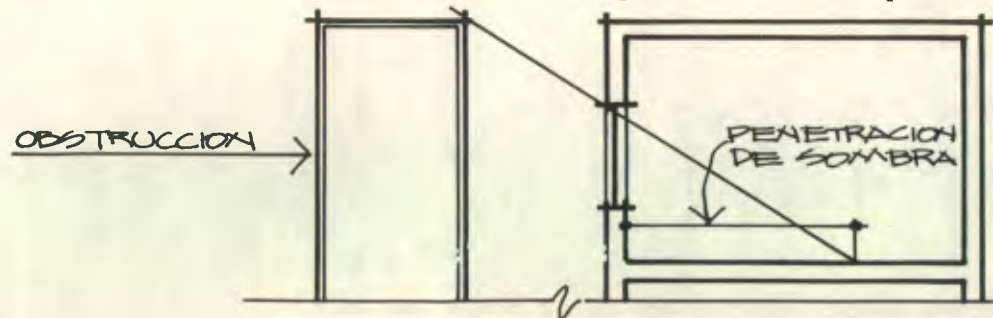


FIG. 26- EFECTOS DE LAS OBSTRUCCIONES EN LA ILUMINACION



Se usa como auxiliar el difusor, en que la transmisión de luz es afectada por el mismo, y su capacidad de aumentar la intensidad lumínica es grande en ambientes que no requieren una dirección de luz específica o delicada. En fábricas y bodegas es adecuado su funcionamiento, sin que afecte las instalaciones de aire acondicionado, luz artificial, acústica, acceso de servicios, entrada de basura, etc.

No es adecuado usarlo para ventanas con una obstrucción del 25o/o. El diseño estructural de la ventana debe evitar la obstrucción de luz, aprovechando al máximo el área de iluminación. Su acabado debe estudiarse para que no existan grandes contrastes reflectivos. Con la brillantez del cielo es bueno dirigir las ventanas hacia las paredes adyacentes.

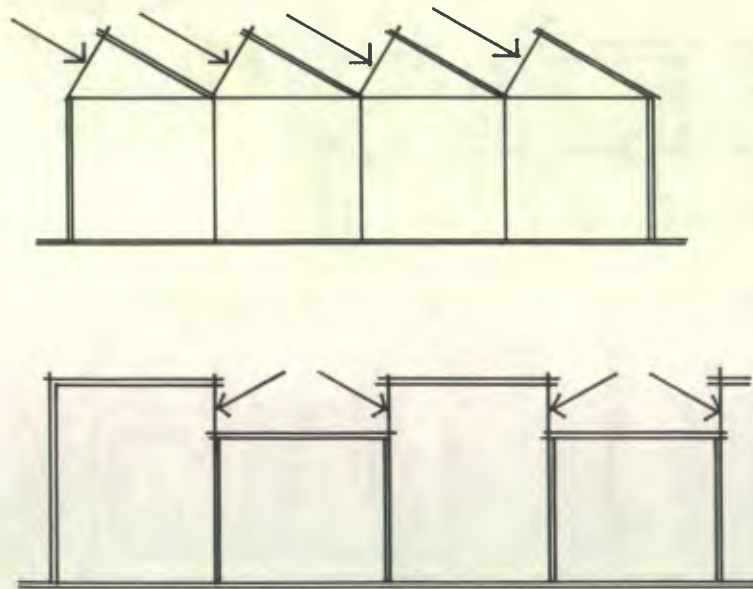


FIG. 27-ALGUNOS SISTEMAS DE DIFUSORES

Se obtienen altos factores de luz diurna en los ambientes, al poner ventanas de piso a cielo. Pero se corre el peligro de excesivo brillo, por esta razón es recomendable el uso de sillares en ambientes como oficinas, escuelas, etc.

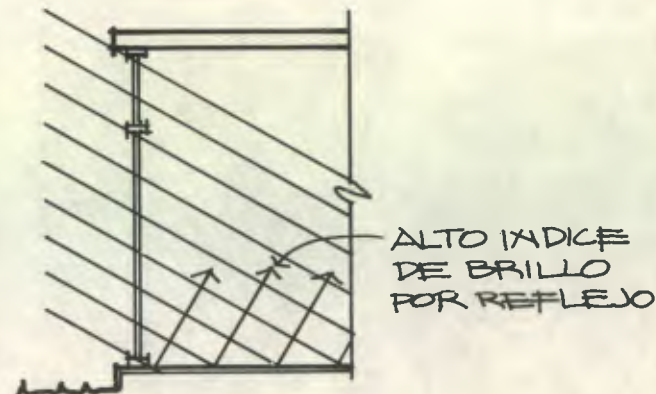
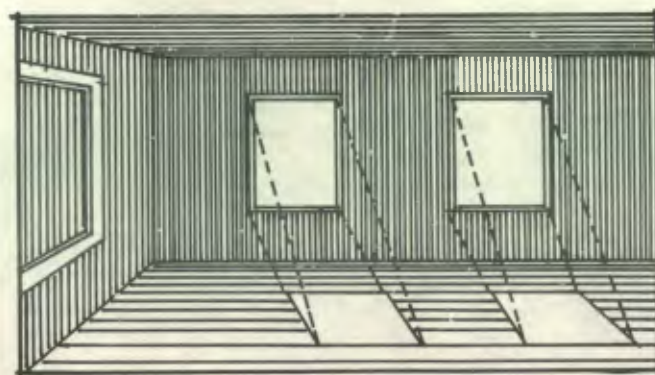
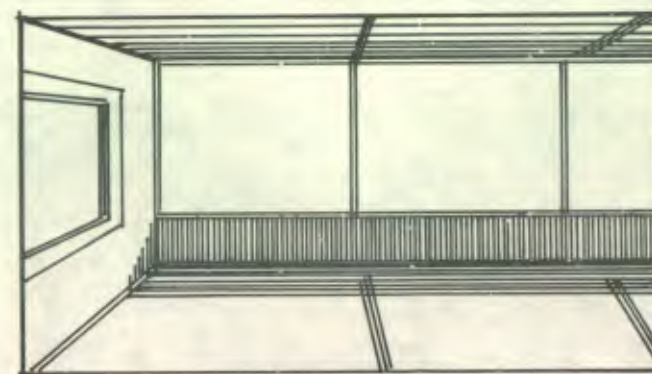


FIG. 28-EXCESO DE BRILLANTEZ

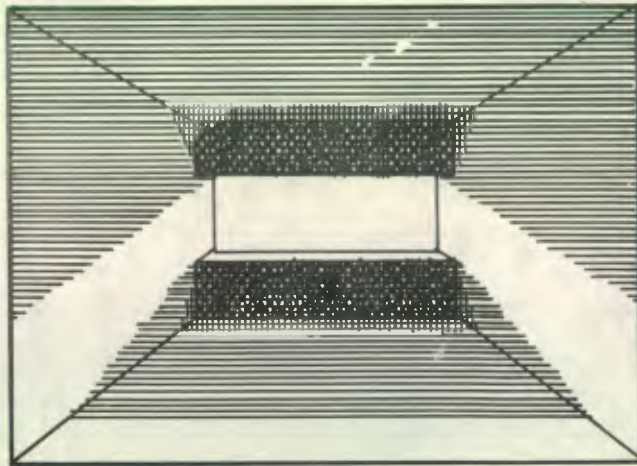
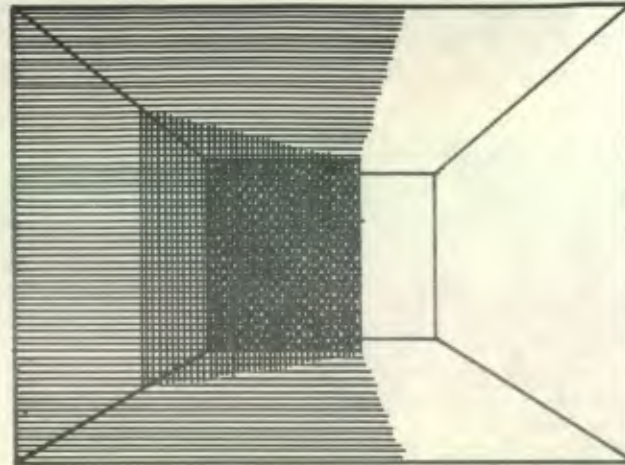
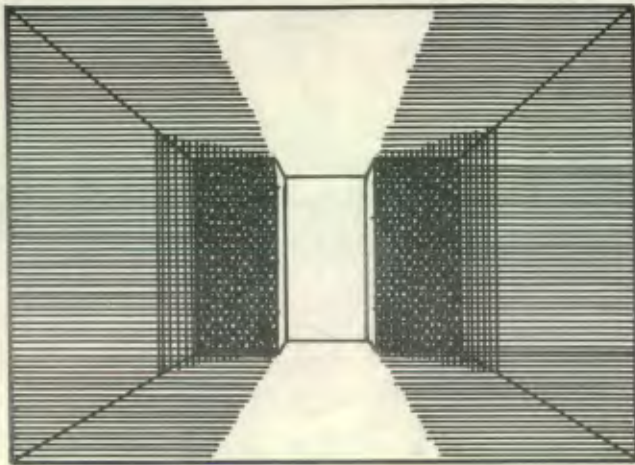


BRILLANTEZ PRODUCIDA POR UN ÁREA DE VENTANA PEQUEÑA



AUMENTO DE LUZ, MEJOR DIRECCIÓN Y UNIFORMIDAD, SON CONSECUENCIA DE LA MEJOR PROPORCIÓN DE VENTANA.

FIG. 29-EFECTOS DEL DESLUMBRAMIENTO EN LOS AMBIENTES, Y UNA SOLUCIÓN



EFFECTOS PSICOLÓGICOS QUE PUEDEN PRODUCIRSE EN EL INTERIOR DE LOS AMBIENTES DEBIDO A LA POSICION DE LAS VENTANAS.

LOS EFECTOS SE DAN TANTO POR LA SOMBRA QUE SE PRODUCE, COMO POR LA SENSACION ESPACIAL DE ANCHO, ALTO Y PROFUNDIDAD.

ESTOS EFECTOS SON CAUSADOS POR EL TAMAÑO DE LA VENTANA Y POR LA POSICION.

FIG. 30 - SOMBRAS PRODUCIDAS POR DIFERENTES POSICIONES DE VENTANAS



FIG. 31- USO DE PERSIANAS VENEZIANAS, INCIDENCIA DE LUZ SOLAR Y SUS EFECTOS SEGUN EL ANGULO DE INCLINACION

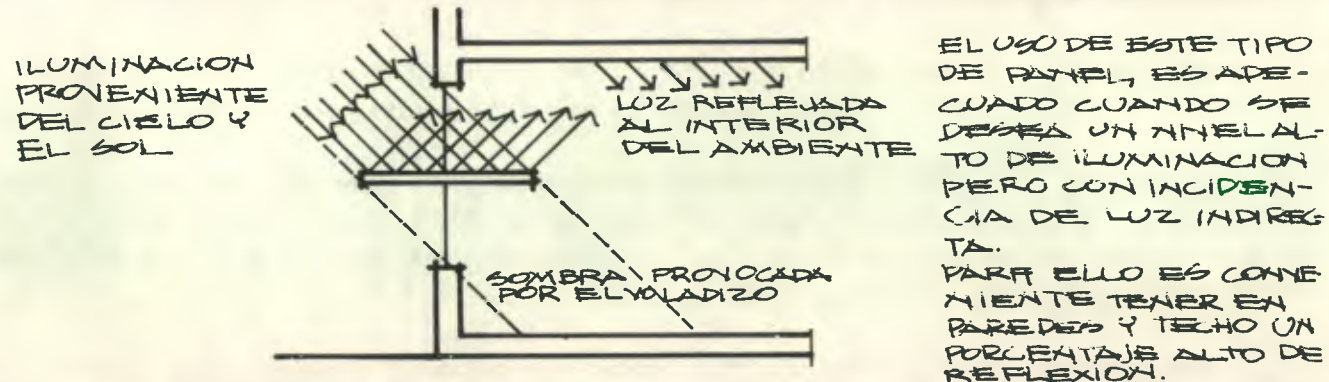


FIG. 32- PANELES HORIZONTALES APLICABLES PARA CORTAR LA ILUMINACION DIRECTA DEL SOL

4.1.2- Vidrio:

Se le define como un material duro y frágil que, a una temperatura elevada, es fácilmente moldeable y que, además, deja pasar la luz a través de él. Desde hace miles de años se conoce el arte de elaborar el vidrio. En un principio se le consideraba como un material de alto costo y se empleaba en joyería para incrustaciones.

Diseño de ambientes interiores y el vidrio:

Indudablemente, uno de los elementos que influyen directamente en la buena iluminación de un ambiente, es el vidrio, ya que por el sistema en que se fabrica y las características propias del material, se pueden lograr diferentes efectos lumínicos. Para ello se analizará:

- 1- fabricación del vidrio
- 2- el vidrio y los rayos solares.

1- Fabricación del vidrio:

Generalmente, las materias primas empleadas son bióxido de silicio (sílice) o arena de sílice de 70o/o a 76o/o, sosa de 10o/o a 20o/o; óxido de calcio de 5o/o a 16o/o, y un poco de aluminio, hierro, etc.,

Se le agregan aditivos para obtener características propias del fabricante, y obtener así efectos en la plancha como disminución de deslumbramiento, disminución de calor, aumento de difusión, disminución de reflexión, etc., La calidad del mismo se observa a simple vista por la mayor o menor cantidad de defectos como ondulaciones, sopladuras, estrías, rayas, etc.,

Todos los elementos o materias primas se funden a temperaturas elevadas y las temperaturas oscilan dependiendo del tipo de vidrio. A medida que se enfría la masa de vidrio, se espesa la plancha. Es decir, que no existe un punto determinado de fusión y por consiguiente se le pueden dar diferentes formas por medio de soplado, prensado, laminado, estirado, etc., El vidrio se endurece hasta volverse un material duro y frágil, sin que llegue a cristalizarse, los materiales con estas características se llaman amorfos.

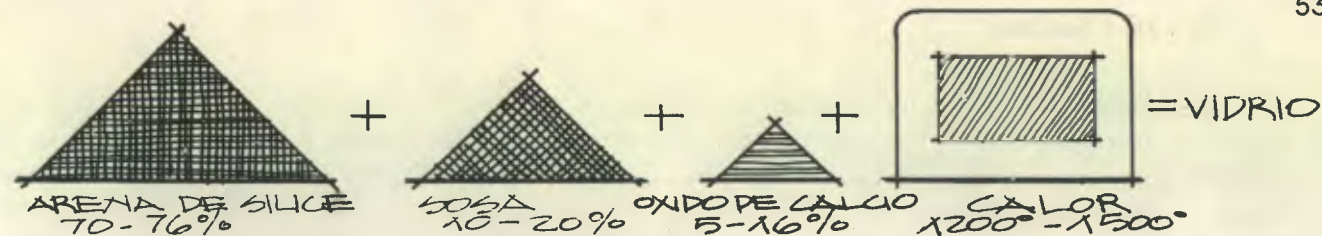


FIG. 33 - MATERIALES PARA FABRICACION DE VIDRIO
Métodos industriales de fabricación para ventanas.

a- Vidrio estirado:

Hay dos procedimientos el de Libby-Owens y Forcault. En el primero se estira el plano de vidrio, levantándolo del extremo de un tanque hasta la altura de 91 cm. y después se lleva horizontalmente sobre un rodillo al interior de un horno por el que pasa el vidrio para su recorrido. Se corta en hojas cuando alcanza una distancia de unos 60 cm. del extremo del horno.

El método Forcault se basa en un flotador de arcilla refractaria que posee una ranura longitudinal. Este flotador se mantiene siempre en la superficie de la masa fundida de vidrio. El vidrio sale por esa ranura y es estirado por medio de un sistema de cilindros hasta una altura de 5 mts. Estas hojas se cortan en longitudes estándares en el punto más alto del estirado por un cortador de diamantes en las longitudes apropiadas.

Se les clasifica a las hojas en simples y doble grueso; cada grosor es dividido en tres calidades: primera, segunda y tercera, según sus defectos. Las hojas simples alcanzan un grosor de 2.5 mm. como máximo. Las hojas de dobles o de doble refuerzo alcanzan un grosor promedio de 5 mm. Tamaño de hojas simples de 30" X 55", dobles 60" X 70" como máximo.



FIG. 34 - FABRICACION DE VIDRIO ESTIRADO

b) Vidrio fundido:

Se emplean hornos muy grandes, en forma de tanques rectangulares, cubiertos con una bóveda llamados hornos de cuba. Los quemadores se encuentran en las paredes laterales y la materia prima se alimenta por vía mecánica. El vidrio pasa por un espacio de estirado, en donde el émbolo presiona hacia la masa de vidrio para cortar.

En este sistema se fabrica el vidrio armado, para sistema contra incendios y el vidrio plano con prismas estampadas, para sistema de difusores así como el vidrio plano pulido.

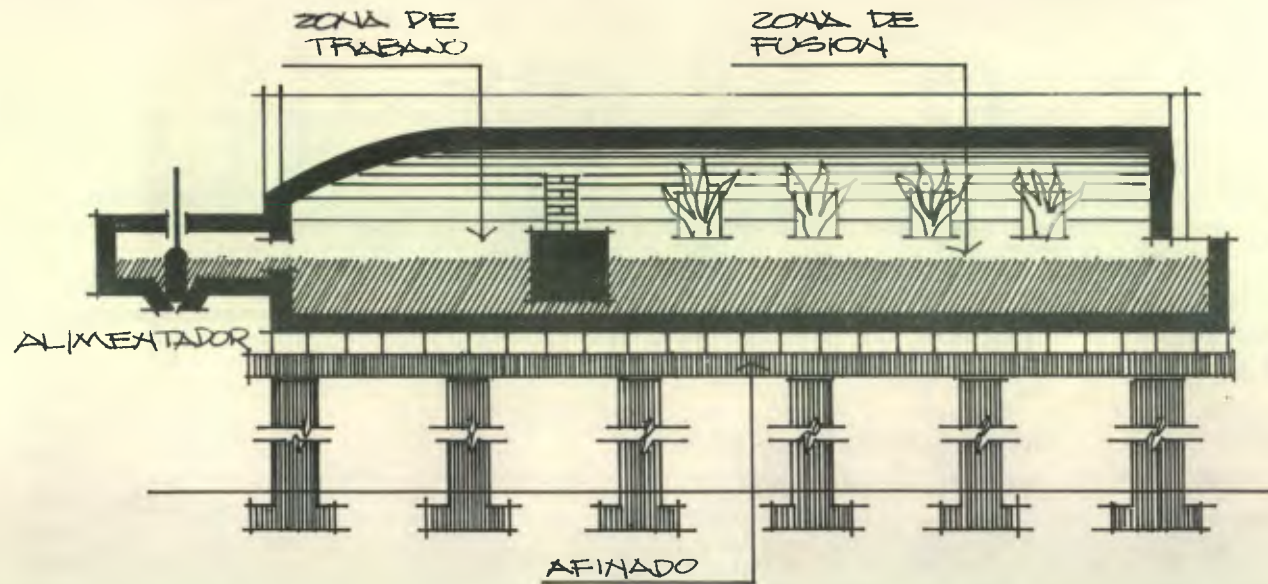


FIG. 35-PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR VIDRIO FUNDIDO

– Vidrio armado: se utiliza en seguridad, para evitar la propagación de incendios. Puede ser nervado, basto, estampado o plano pulido, con alambre en su centro durante el proceso de fabricación. Se le llama también vidrio alambrado. Al hacerse las pruebas, el vidrio ha soportado una temperatura máxima de 927° C, uniéndose el vidrio con la malla en un solo cuerpo; de esta manera retarda la acción del fuego. El alambre mantiene las piezas tan firmemente que las llamas no pueden pasar a través de él. Las características del vidrio para mejor funcionamiento dependen del grueso del plano ya que en su parte más delgada no deberá ser menor de 6 mm, y la malla de alambre deberá de estar en medio del vidrio. La superficie de cada hoja tiene que soportarse por un marco de ventana de 1.5 x 2.75 mts² máximo.

– Vidrio plano con prismas estampadas: se fabrican en gran número de formas. Se hacen estos vidrios con prismas agudos que se colocan horizontalmente en las ventanas y que refractan la luz horizontalmente, desde su parte posterior, al interior de los ambientes.

Los vidrios prismáticos para luz dirigida se hacen con su superficie exterior lisa y su interior dividida en una serie de prismas. Cuando los prismas sustituyen al vidrio común de ventana o al vidrio plano, los rayos de luz que penetran en ellos son refractados. Al emplear los prismas en ángulos apropiado se logra mejor efecto en los locales, ya que, utilizando diferentes prismas en la misma plancha algunos rayos pueden ir directos al fondo del ambiente, mientras que otros son dirigidos para chocar contra las paredes.

Las planchas prismáticas no aumentan la cantidad de luz que penetra por la ventana, únicamente dirige los rayos de luz al ambiente donde sea más necesario.

Modelos comerciales de vidrio plano con prismas estampadas.

Plano imperial ornamental con prismas: se hace con vidrio plano deslustrado y pulido sobre una cara. Los tamaños a que llega es de 1.35 x 1.80 mts.

Plano imperial con prismas: se hace con ángulos diferentes para obtener la difusión apropiada de luz para condiciones distintas. Es un vidrio plano deslustrado y pulido sobre una cara. No tiene alambres ni barras que depositen el plomo y reduzcan la luz. Su dimensión máxima es de 1.45 X 1.80 mts.

Recomendaciones generales para su uso:

—En locales de 6 a 18 mts. con ventanas inclinadas a 60' o menos, los vidrios prismáticos y estriados dan una gran difusión en la iluminación efectiva. Debe tenerse cuidado en la brillantez que producirá, para que no afecte a la visibilidad de las personas.

— Los vidrios estriados y de laberinto son eficaces para lograr una mejor difusión de luz directa, refractando su intensidad y los rayos en varias direcciones, especialmente en ventanas que estén expuestas directamente a la luz del sol.

—Para tener un mejor rendimiento en locales menores de 6 mts., se deben colocar los vidrios estriados de modo que las estrías queden horizontales. Si la luz cae directamente en el vidrio, se necesita la colocación de una cortina blanca delgada.

—Los vidrios difusores, para que tengan efectividad, tienen que colocarse solamente en la mitad superior de la ventana; si se colocan en la parte inferior, se logra un aumento de intensidad luminosa en 250/o, también se necesita controlar el efecto que produzca en la visibilidad de las personas.

—Para oficinas de 4.50 a 6 mts. de profundidad se recomiendan los vidrios laberintos o acanalados.

— Para locales de 9 a 15 mts. de profundidad, con ángulo de 60' entre la ventana y la horizontal es preferible usar vidrios estriados.

—Para ventanas en locales de 15 a 18 mts. en ángulo de 45' conviene usar vidrios prismáticos o estriados de fábrica. En ángulo menor de 30., emplear prismas en lucero o dosel.

—Vidrio plano pulido: su superficie es finamente pulida, limpia, clara y transparente. Para fabricarlo, la aleación o pasta es fundida en grandes crisoles. Después se usan dos procedimientos: se hace la colada sobre una mesa de hierro fundido perfectamente plana en donde se empareja el ancho de hoja con un pesado rodillo. Se vierte sobre planos que forman ángulo y corre por si misma, entre dos rodillos que fijan su grosor sobre una gran mesa de acero que se mueve ligeramente más despacio que como va fluyendo el vidrio

fundido.

La plancha rústica de vidrio, tiene desde el momento en que se forma, el grosor deseado y es pasado en una serie de hornillos, después por un largo horno de recocer. Este sistema se llama Bicheroux. El vidrio así formado se llama plano; al examinarse los defectos del mismo se clasifica para tener el vidrio pulido.

Para el pulido y bruñido el sistema más moderno es el de movimiento en línea recta. En este método, se sujeta el vidrio a grandes masas rectangulares con yeso de París y luego se pasa en línea recta bajo un número de muelas con zapatos de hierro.

Se deposita continuamente arena y agua sobre la superficie. Las muelas movidas por motores eléctricos, giran y pasan sobre todas las partes del vidrio, puliéndolo en un verdadero plano.

La arena en diferentes grados de finura se va echando encima hasta que el plano es completamente liso, y se quita toda la arenilla. Se pasa el vidrio por diferentes máquinas pulidoras con zapatas especiales hasta que se echa líquido con rojo de pulir.

En las calidades de los vidrios planos pulidos se logra un grosor corriente de 1/4" a 6/16". Para grosores especiales se encuentran de 3/16" o 1/8". En el tamaño de hojas se consiguen desde 6" x 6" hasta 144" x 200". Para tamaños más grandes se pueden hacer pedidos especiales.

c— Vidrio laminado:

En este método, el material se lamina sobre un baño de estaño. El vidrio laminado y estampado es traslúcido u obscuro, en que se estampa un dibujo sobre su superficie. A medida que la aleación o pasta fundida se lamina sobre la mesa, el dibujo tallado en ella se imprime dentro del vidrio blando.

El grosor que se le da comunmente es de 1/8" (3.2 mm) y los largos alcanzan su superficie de 2.45 x 3.05 mts.

Por este sistema se hace el vidrio para espejos. Se platea un lado de la hoja de vidrio plano pulido. Esta es la única clase de vidrio para hacer espejos, porque si su superficie no es pulida, la reflexión es deformada. Se echa una película de nitrato de plata sobre la superficie de vidrio, dándole su propiedad reflectora. Esta hoja se cubre y protege por laca, barniz o pintura.



FIG. 36-FABRICACION DE VIDRIO LAMINADO

2- El vidrio y los rayos solares:

Los estudios del comportamiento del vidrio en la transmisión luminosa, alcanzan gran importancia, ya que es suficientemente permeable a la luz.

Las diferentes casas fabricantes de vidrio han logrado coeficientes e índices cualitativos para cada uno de los vidrios que se usan en ventanas. Estos índices varían dependiendo de la composición de la hoja.

A continuación, por medio de gráficas, se verá la diferencia que existe entre los vidrios de acuerdo a las características propias de ellos.

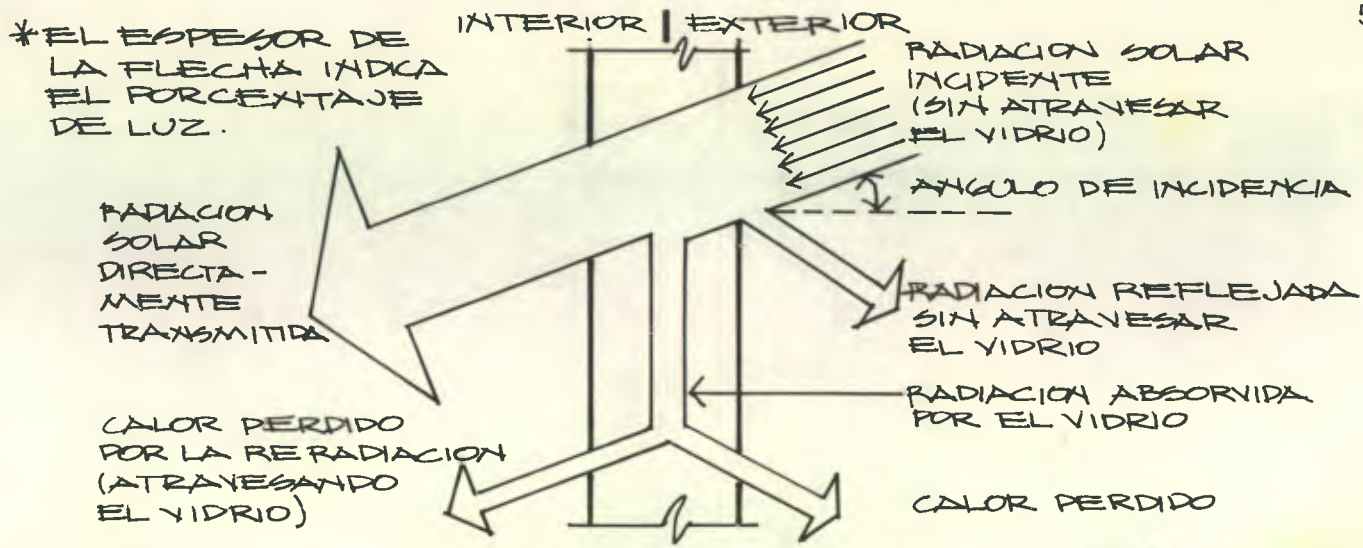


FIG. 37-EFECTO QUE SE PRODUCE EN LA LUZ A TRAVES DE UN VIDRIO CORRIENTE

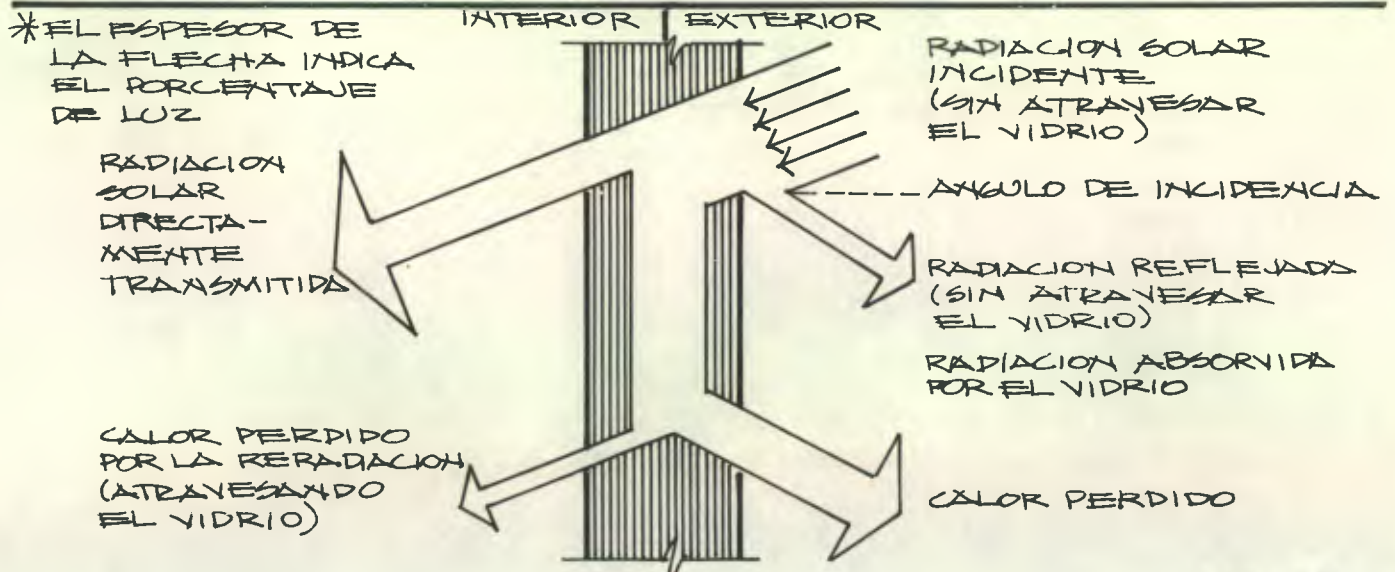


FIG. 38-EFECTO QUE SE PRODUCE EN LA LUZ A TRAVES DE UN VIDRIO ABSORVENTE DE RAYOS LUMINOSOS

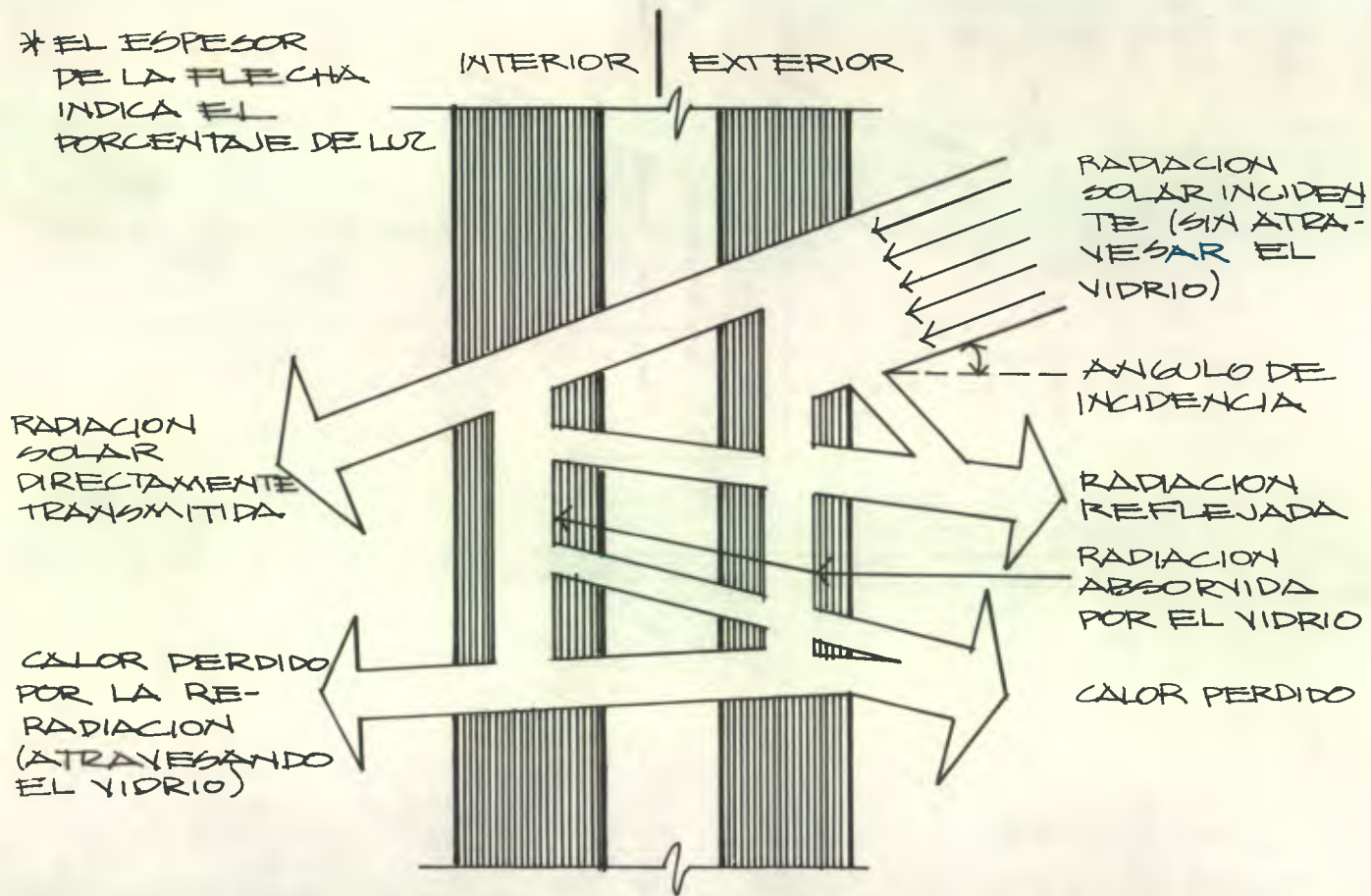


FIG. 39- EFECTO QUE SE PRODUCE EN LA LUZ A TRAVES DE DOBLE VIDRIO, ABSORVENTE DE RAYOS LUMINOSOS.

a— Factores de transmisión, reflexión y absorción de los vidrios más comunes.

Propiedades de los vidrios fabricados según los sistemas anteriores:

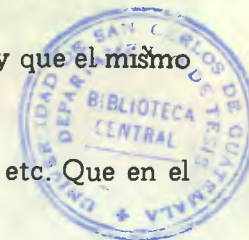
TIPO	GRUESO en mm.	REFLEXION o/o	TRANSMISION o/o	ABSORCION o/o
estirado	2.5 – 5	9	75	16
armado	6 – 8	10	75	17
plano con prismas	3 – 5	30	60	10
pulido plano	2 – 6	8	89	3
laminado	4 – 6	8	88	4

Nota: Los datos de porcentaje son variables dependiendo de la casa fabricante. Se tomaron promedios de diferentes casas para tener una idea general de las características del vidrio.

Estos sistemas de fabricación no son los únicos en la industria. Para ventanas, que es el tipo de vidrio que nos interesa, existen clasificaciones generales de índices de reflexión, transmisión y absorción.

Podrá observarse que fluctúan dependiendo de las aleaciones y métodos de fabricación y que el mismo tipo de vidrio no tiene las mismas características entre dos casas diferentes.

En la fabricación de vidrio hay otros procedimientos, como el soplado, centrifugado, etc. Que en el



caso de uso para ventanas no es determinante su uso, sin embargo son útiles para decoración de ambientes.

La persona interesada puede investigar en libros especiales del tema, o consultar con fabricantes y distribuidores, sobre el tipo de vidrio deseado.

Propiedades de los vidrios y elementos de cerramiento por su uso

MATERIAL	REFLEXION o/o	TRANSMISION o/o	ABSORCION o/o
Vidrio plano común	8	89	3
Vidrio plano de placa	8	83	9
Vidrio traslúcido	9	75	7
Vidrio doble plano común	7	76	17
Vidrio doble plano de placa	10	60	30
Vidrio polarizado	19	49	32
Absorvente de calor	10	60	30
Vidrio doble absorvente del calor por la parte exterior y transparente por la parte interior	18	30	58
Block de vidrio claro	10	78	12
Block de vidrio opaco	12	58	30
Block de vidrio il. dirigida	14	58	28
Malla de plás. o alum. para insecto	17	70	13
Cortinas de rollo	65	30	5
Cortinajes	20	40	40

Nota: los datos de porcentaje son variables dependiendo de la casa fabricante. Se tomaron promedios de diferentes casas para tener una idea general de las características del vidrio.

b— Vidrios especiales para ventanas:

En el comercio se venden vidrios de diferentes calidades y características. Después de analizar los productos vidriados se solicitó información a la industria Pittsburg; quien mantiene relaciones comerciales con la empresa Comaco S. A. en Guatemala.

Dos motivos hubo para escogerla: 1— La gama tan variada de vidrios que fabrica para colocar en ventanas. 2— Por la accesibilidad en la documentación, precios, asesoría técnica, etc. que pueda facilitar a la persona interesada.

De esta forma, proveen los siguientes tipos de vidrios:

1— Vidrio claro

Hoja pulida y vidrio flotado: la hoja transparente de vidrio pulido y el vidrio flotado transparente, son obtenibles de acuerdo a la categoría de calidad vidriada que se requiera. En concordancia con los requisitos de las Especificaciones Federales DD—G—461c 1968. De los Estados Unidos de Norteamérica.

Aparte de las calidades exigidas anteriormente, se obtienen dos categorías adicionales: Twin Ground para espejos y Flotado para espejos de calidad. Estas designaciones categorizan las placas y vidrios flotados para ofrecer a los fabricantes de espejos un producto superior, con superficies paralelas, uniformes, claras y libres de distorsión.

* PENNVERNON: hoja de vidrio para ventana. Hoja de alta calidad, cuyas características son permisibles a la buena visión y excelente claridad. Se fabrica por un único proceso, que consiste en llevar las hojas por cilindros a un horno, para lograr un mejor acabado en la superficie. La calidad de este vidrio es superior a las exigidas por las Especificaciones Federales DD—G—451c 1968. U.S.A.

2— Vidrios entintados y recubiertos:

Entintados y recubiertos: aparte de los productos transparentes de vidrio, se fabrica una línea completa de este tipo. La cual ofrece una selección de rendimiento para necesidades que dependen de condiciones especiales de clima, orientaciones de los edificios y ubicaciones determinadas. La fábrica llama al aprovechamiento de la efectiva selección y aplicación de estos vidrios "acondicionamiento del vidrio".

* PENNVERNON. GRAYLITE: Hoja de vidrio gris que reduce la transmisión de luz para ayudar y proveer niveles confortables de iluminación, reduciendo la brillantez en los ambientes, logrando una comodidad visual a las ocupantes del edificio. GRAYLITE logra dos niveles de transmisión de luz: 14o/o y 31o/o.

* SOLARBRONZE: La lámina de vidrio flotado de color bronce, permiten una adaptación al conjunto del edificio para fachadas exteriores e interiores, logrando una unidad con marcos, paredes, etc. tiene un nivel de transmisión de luz del 69o/o, con 1/4" de grosor. Este tipo de vidrio permite un efecto visual exterior e interior sin cambio de color.

* SOLARGRAY: Las placas de vidrio flotado da un color gris neutro que logra una transmisión del 42o/o en 1/4" de grosor. Esto da como resultado, un incremento en el control de brillantez para el confort visual de los interiores de ambientes.

* SOLEX: Vidrio flotado. Tiene un ligero tinte de color azul verdoso que ofrece un mejor contraste entre la mamposterías y el vidrio, dando una sensación de frescura. Se aplica también para contrastes con paredes metálicas. La transmisión de luz es del 75o/o en 1/4" de grosor. Proporciona un efecto visual agradable.

* LHR: Reflector de luz y calor. Su proceso de fabricación es por el sistema de óxido por calor. Con un grosor de 1/4" refleja la luz y el calor lejos de su superficie, y contribuye al confort de los edificios expuestos al calor solar con exceso de luminosidad en el cielo. Se usa también para edificios que tienen necesidad de colocar aire acondicionado. El nivel de transmisión es del 50o/o. Para su fabricación, el vidrio

es calentado y estirado, pero no puede ser cortado o alterado después del proceso porque pierde las características del vidrio. Para su colocación, la superficie LHR debe dar hacia el exterior del ambiente para su efectividad. No debe usarse limpiador abrasivo como jabón y lejía.

* SOLARCOOL: Vidrio de color bronce. Vidrio flotado y recubierto en su lado exterior con una capa de óxido metálico color bronce. Esta capa es permanente y durable. Refleja el calor, permitiendo una ligera transmisión de luz y que, por su color, permite una combinación con marcos y colores en interiores de los ambientes. Permite una transmisión de luz del 39o/o y refleja aproximadamente un 35o/o de la luz del día incidente.

Si se necesita aire acondicionado, este vidrio disminuye el potencial, ya que refleja la brillantez solar y disminuye el porcentaje de calor transmitido. Puede cortarse después de tener sus propiedades especiales en el vidrio y la planicie del vidrio no es afectada por el revestimiento. Su uso no se recomienda cuando se necesita niveles mínimos de transmisión de luz. Pero es recomendable para puertas y accesos de alto tránsito.

* Marca Registrada de la Casa Fabricante.

PRODUCTO	TIPO O CALIDAD	ESPESOR EN PULGADAS	TAMAÑO MÁXIMO DE HOJA EN PULGADAS	PESO APROXIMADO EN LB. X PIE ²	TRANSMISION VISIBILE %	REFLEXION VISIBILE AFUERA DEL AMBIENTE %	REFLEXIO VISIBILE DENTRO DEL AMBIENTE %	CANTIDAD DE VALDR Y (COEFICIENTE) TOTAL	COEFICIENTE DE SOMBRA	CALOR RELATIVO GANADO BTU/Hr X PIE ²	TOTAL ENERGIA SOLAR TRANSMITIDA %	TOTAL ENERGIA SOLAR REFLECTANTE %	
VIDRIO CLARO	HOJA (q ³)												
PLACA DE VIDRIO PULIDO	TWIN GROUND PARA ESPEJO	1/4	120 X 180	3.28	89	8	8	1.0	0.93	200	78	7	
VIDRIO FLOTADO	HOJA (q ³)	1/8	60 X 80	1.64	90	8	8	1.0	1.0	215	85	8	
		1/4	122 X 200	3.28	89	8	8	1.0	0.93	200	78	7	
	FLOTADO PESPEJO	1/4	116 X 180	3.28	89	8	8	1.0	0.93	200	78	7	
	HOJA (q ³)	5/16	120 X 180	4.10									
		3/8	120 X 180	4.92	88	8	8	1.0	0.90	195	72	7	
		1/2	120 X 180	6.56	86	8	8	1.0	0.87	190	67	7	
		5/8	120 X 180	8.20	84	8	8	1.0	0.83	180	62	7	
		3/4	120 X 180	9.85	83	8	8	1.0	0.80	175	58	6	
	1	13.13	80	8	8	1.0	0.75	165	51	6			
VIDRIO PARA VENTANA PENNVERNON	FOTD A, B (q ⁵ Y q ⁶)	1/16	36 X 50	0.81	91	8	8	1.0	88	8	
	CUADRO A, B (q ⁵ Y q ⁶)	5/64	36 X 50	1.01	91	8	8	1.0	88	8	
	FUERZA SENCILLA A, B (q ⁵ Y q ⁶)	3/32	40 X 50	1.22	90	8	8	1.0	1.03	220	87	8	
	DOBLE FUERZA A, B (q ⁵ Y q ⁶)	1/8	60 X 80	1.65	90	8	8	1.0	1.0	215	85	8	
		3/16	120 X 84	2.45	90	8	8	1.0	0.97	210	83	8	
	HDJA A, B (q ⁵ Y q ⁶)	7/32	120 X 84	2.88	89	8	8	1.0	0.96	208	81	7	
		1/4	120 X 84	3.24	89	8	8	1.0	0.95	205	80	7	
VIDRIOS ENTINTADOS Y RECUBIERTOS													
PENNVERNON GRAYLITE VIDRIO	GRIS CLARO 31 (q ⁵)	1/8	60 X 84 ⁹	1.65	31	5	3	1.0	0.78	170	36	6	
		7/32	100 X 84 ⁹	2.88	14	5	5	1.0	0.55	145	41	6	
VIDRIO SOLARBRONZE	HOJA (q ³)	1/4	124 X 214 ⁹	3.28	50	6	6	1.0	0.67	150	46	6	
		3/8	120 X 180 ⁹	4.92	37	5	5	1.0	0.58	130	33	5	
		1/2	115 X 278 ⁹	6.56	28	5	5	1.0	0.50	115	24	5	
VIDRIO SOLARGRAY	HOJA (q ³)	1/4	124 X 214 ⁹	3.28	41	5	5	1.0	0.67	150	46	6	
		3/8	120 X 180 ⁹	4.92	28	5	5	1.0	0.58	130	33	5	
		1/2	115 X 278 ⁹	6.56	19	5	5	1.0	0.50	115	24	5	
VIDRIO SOLEX	HOJA (q ³)	1/4	120 X 180 ⁹	3.28	75	7	7	1.0	0.67	150	46	6	
VIDRIO LHR	LHR CLARD		72 X 168 ⁹		50	34	26	1.0	0.68	160	53	26	
	LHR CAFE	1/4	(TAMAÑO MI. NIMO 16 X 30)	3.28	30	34	13	1.0	0.52	118	34	26	
	LHR GRIS				24	34	10	1.0	0.50	112	31	26	
SDLARCDOL™	HOJA (q ³)	1/4	72 X 128 ⁹ (TAMAÑO MINI MO 16 X 20)	3.28	39	35	27	1.0	0.60	135	45	30	

NOTA: TODOS LOS VALORES ESTAN SUJETOS A LA TOLERANCIA DE FABRICACION CON LAS PROVISIONES APLICABLES DE FEDERAL SPECIFICATION. DE E.U. DE NORTEAMERICA

- LOS PROPIETARIOS Y ARQUITECTOS ESTAN NECESITADOS DE VER MUESTRARIO DE VIDRIOS REFLECTANTES ANTES DE ESPECIFICAR.
- CUANDO EL FACTOR DE CALOR SDLAR ASHRAE ES 200 BTU/HORA X PIE² Y CUANDO EL AIRE EXTERIOR ES DE 14°F. MAS CALIENTE QUE EN EL EXTERIOR, NO HABRA SOMBRA INTERIOR
- CUANDO EL COEFICIENTE DE TRANSMISION TERMICA (AIRE A AIRE) EN BTU/HORA X PIE² GRADES F. LOS VALORES ESTAN DADOS PARA CONDICIONES DE INVIERNO CON UNA VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR A 24.14 Km. X HORA.

- ARRIBA DE 200 PULGADAS POR PEDIDO ESPECIAL.
- LA SUPERFICIE LHR DANDO LA CARA HACIA AFUERA (POSICION No. 1)
- LA SUPERFICIE SOLARCOOL CON LA CARA HACIA AFUERA (POSICION No. 1).
- PARA MEDIDAS ARRIBA O ABAJO DE LAS MEDIDAS MINIMAS Y MAXIMAS, PONERSE EN CONTACTO CON LA OFICINA GENERAL DE PPG.
- OBTENIBLES SUJETOS A LAS OPERACIONES DE LA FABRICA PONERSE EN CONTACTO CON LAS OFICINA GENERAL DE LA PPG.
- SUJETOS A LAS LIMITACIONES PUESTAS EN EL SUPLEMENTO DEL REPORTE TECNICO DE SERVICIO No. 104 B DE LA PPG.

4- Vidrio de alta resistencia:

La casa P P G de Estados Unidos, ha experimentado diferentes tipos de vidrios para adquirir una mejor solidez, dentro de los diferentes tipos que producen están:

* HERCULITE: Marca registrada de PPG vidrio templado de seguridad, es una marca aplicada a vidrios obtenidos por el temple de la pieza en espesores no menores de $3/16''$, con un tratamiento de color especial que le imparte un gran aumento de refuerzo mecánico y resistente a calores térmicos.

Las características físicas de este vidrio son tales que cualquiera otra fabricación debe ser completada antes de aplicarse el proceso de tratamiento térmico. Aunque el vidrio es muchas veces más fuerte que el vidrio templado del mismo grueso, puede romperse, fragmentándose en pequeños pedazos de forma más o menos cúbica, cuando su punto de presión recibe un golpe superior a su capacidad.

Como el fabricante no tiene control sobre el manejo y uso de este tipo de vidrio no puede garantizar contra la ruptura, además no se conoce a simple vista el punto de presión; para encontrarlo es necesario el uso de lentes especiales y de recalentamiento de la plancha. Al absorber el calor define varias líneas de diferentes colores invisibles a simple vista.

* HERCULITE K: es un vidrio de seguridad templado, fabricado en un proceso de aire soportante para reforzar al vidrio con un grueso no mayor de $1/4''$, lo cual permite un producto de cualidad superior sin marcas de terraza o agarraderas. Esto hace un vidrio más fuerte o flexible que el vidrio regular templado del mismo grueso.

Si este vidrio se rompe lo hace en pequeñas partículas que reducen la posibilidad de heridas personales serias. Es adecuado para instalar en puertas con mucha circulación. O cualquier otra aplicación, especialmente, cuando se quiere proteger a las personas de impactos.

Reforzados al calor: Los vidrios reforzados al calor son apropiadamente el doble de fuertes que los vidrios corrientes de templado. Mejora la resistencia para esfuerzos térmicos.

Características del vidrio de alta resistencia:

Material y acabado: Toda la fabricación incluyendo cantos o filos —perforación de agujeros— aplicaciones a cualquier otra fabricación especial debe ser realizada antes de que el vidrio sea templado, se necesita consultar a la casa fabricante ya que pierde su temple si se efectúa un tratamiento como retardante del fuego.

Resistencia térmica: El vidrio de alta resistencia no debe ser considerado como retardante del fuego, pero puede soportar temperaturas hasta de 115° c, sin que califique en el código de laboratorio Underwrite como retardante del fuego.

Patrón de estiramiento: el tratamiento calorífero esencial para producir vidrio templado coloca al vidrio entre muy altos esfuerzos de compresión en la superficie y altos esfuerzos de tensión en la parte interna. Esta da como resultado estos patrones que no son altamente visibles, pero pueden llegar a ser notorios bajo ciertas condiciones de iluminación.

Superficie plana: El vidrio templado no puede tener una superficie tan plana como el vidrio normal, particularmente en las orillas, en general esta característica es poca, dependiendo del grueso, ancho y largo, así como otros factores. Usualmente, un mayor grosor permite tener vidrios más planos.

5— Vidrio laminado:

El vidrio laminado consiste en la unión de dos planchas de vidrio con una capa interna de vidrio transparente entre los vidrios que por medio de calor y presión llegan a formar una sola unidad que posee características deseables de seguridad. Aunque el vidrio laminado se raja cuando se le golpea con suficiente fuerza, su composición no permite que se perfora.

***WATCHGUARD Vidrio laminado de seguridad:** Este vidrio está hecho de dos capas de vidrio flotada, o placas pulidas de 1/8" de grueso, con una capa intermedia de vidrio especial 0.060. Se fabrica para la protección de vitrinas en las que se exhibe mercadería valiosa —su propósito es reducir el robo común en

que se golpea y rompe el vidrio para tomar la mercadería y fugarse. Este vidrio laminado tiene un grosor que varía entre 0.27 y 0.32 de pulgadas. Usualmente puede acomodarse en secciones de metal convencionales.

***DUPLATE Placa de vidrio de seguridad:** Este vidrio consiste en dos piezas de 1/8" de vidrio flotado o placa pulida con una lámina comparable a la de una pieza de vidrio hecha con un material homogéneo. Se usa en construcción comercial para ambientes donde se requiere seguridad adicional.

***DUOLITE Lámina de vidrio de seguridad:** Este vidrio consiste en dos piezas de vidrio laminado con una capa de vinil.

6--Vidrio Atemperado:

Las unidades ***TWINDOW** con filo de metal, se hacen con dos piezas de placas de vidrio flotado, laminado o templado, separadas por una pieza de metal o de hule alrededor de los filos y selladores herméticos por medio de un canal de acero inoxidable. Consiste su composición en aire intermedio que se encuentra a la presión atmosférica y se mantiene deshidratado por un agente secador localizado en el espacio intermedio. Este espacio intermedio varía entre 1/4" y de 1/2", para unidades especiales con espaciamiento de 2",

Estos vidrios pueden conseguirse en variedad de tamaños, formas y combinaciones como unidades con filos en ángulo recto, o radios en las esquinas, siempre que se hagan con orden especial. Para puertas o seguridad especial se recomienda el vidrio ***HERCULITE K** (vidrio de seguridad templado).

Las unidades *** TWINDOW XI**, con filo de vidrio son eléctricamente mezclados con sellos de vidrio a vidrio. El espaciamiento entre las láminas de vidrio se llena con un gas inerte antes del sello final, este gas se mantiene a la presión atmosférica. Estas unidades no se recomiendan para proyectos más altos de 1200 mts. sobre el nivel del mar.

Se logra combinar con los diferentes tipos de vidrio, dependiendo de las características que se

necesiten.

7- Vidrio Atemperado de uso especial:

Unidades*TWINDOW entintadas, son combinaciones de vidrio claro en el interior del ambiente con planchas para el interior entintadas que controlan la brillantez y radiación solar.

* LHR unidades* TWINDOW; son unidades de vidrio insulado construidas con una capa liviana reflectiva, normalmente aplicada en la superficie interior del vidrio. Contribuyen a aumentar el confort de edificios expuestos al sol y radiación solar. Asimismo, disminuye la carga de calor solar que se aplica al sistema de aire acondicionado.

La transmisión de luz por el vidrio LHR es aproximadamente la mitad de la que permite el vidrio que se está usando como base, ya sea placa clara, vidrio flotado, SOLARGRAY o SOLARBROZNE.

Las unidades*LHR refleja aproximadamente el doble de radiación solar que refleja la misma unidad no preparada.

Unidades * TWINDOW SOLARBAN: permiten que durante todo el año se mantenga un control ambiental con vidrio insulado, incluyendo una habilidad excepcional para reducir el calor transferido por conducción. Tanto la función como la apariencia de estas unidades son el resultado de una superficie de espejos creados por las únicas superficies reflectivas de PPG.

Este tratamiento de superficies permite propiedades estéticas y control de brillantez con ganancia de calor que no se pueden conseguir con vidrio corriente.

Estos vidrios se combinan con vidrios claros y entintados, también con vidrio claro que tenga la superficie de capa reflectiva en contacto con el aire. También con paredes para interiores y exteriores de tres tipos de capas.

- * SOLARBAN 575 en tono cobre de apariencia vertical por transmisión.
- * SOLARBAN 550 en tono gris metal por apariencia y tono metal por transmisión.
- * SOLARBAN 480 en tono gris metal por apariencia y gris azulado por transmisión.

Los numerales 575, 550 y 480 se refieren a la longitud de onda dominante en el espectro transmitido por la unidad.

Cuando 20 y 14 se agregan al final de los numerales anteriores, se refieren a la transmisión de luz de la unidad específica.

Los numerales (2) y (3) sirven para designar la superficie de vidrio vista desde el exterior que lleva la capa de SOLARBAN. La capa reflectiva le imparte algún tinte o coloración, así como una apariencia similar al espejo o dependiendo de las condiciones de iluminación y del lado en que la unidad sea vista.

* Marca Registrada de la Casa Fabricante.

4.1.3— Parteluces:

Es un elemento arquitectónico que sirve de gran auxiliar para el control de luz, cuando las fachadas de un edificio está hacia orientaciones con la luz solar directa casi todo el año.

Debido a los recursos y técnicas actuales, se usan diferentes materiales en el diseño de parteluces, los más comunes son: concreto, hierro, plástico, madera, etc. Existen infinitas formas de colocación, que dependen de la necesidad a satisfacer, no pudiendo existir una clasificación determinada; las formas más usuales son verticales, horizontales, en ángulo, etc., dependiendo del diseño de fachada, orientación, y área de ventana a cubrir.

Asimismo, los hay fijos y móviles, los segundos son más delicados en su maniobrabilidad, ya que al deteriorarse el sistema de acción deja de funcionar el parteluz.

Efectos del parteluz en la incidencia de luz solar en una ventana:

- a- transmite
- b- refleja
- c- absorbe

a- Transmite: como el efecto que se desea en una ventana no es cortar totalmente la iluminación, existirán áreas de la misma en que penetrará directamente la luz al interior, o sea, se transmitirá por el vidrio que se coloque hacia el interior del ambiente, de una forma controlada.

b- refleja: sucede cuando el parteluz propiamente, dirigirá o reflejará la luz que incide hacia el punto o puntos del ambiente que se desee, tanto al interior como al exterior del ambiente.

c- Absorbe: Este efecto se logra por las características propias del material que se use como parteluz, ya que él por su composición absorberá calor y luz en un porcentaje, dejando pasar o reflejar el resto de luz.

Para que el parteluz cumpla su función, de control de luz y calor, deben considerarse los tres efectos anteriores, lo que se logra con un diseño adecuado.

Para el diseño de parteluz se debe conocer la incidencia solar en el lugar de esta manera el cálculo será lo más exacto posible, pudiendo determinarse la incidencia de los rayos solares durante el trayecto del sol en el día.

1- Teoría solar, su aplicación al diseño de parteluces:

La tierra forma parte del sistema planetario, y tiene el Sol como centro. No se mantiene fija, teniendo dos movimientos: gira sobre sí misma en 24 horas -rotación- y alrededor del sol en 365 días y 6 horas -traslación-.

El ecuador de la Tierra es el círculo máximo equidistante de los polos, y forma un ángulo de $23^{\circ} 27'$

con el plano que contiene la curva elíptica recorrida por la tierra en su movimiento de traslación, curva llamada Eclíptica, esta trayectoria es la máxima aparente recorrida por la tierra alrededor del Sol en el período de un año. Por lo que la declinación de los rayos solares variarán durante el año en forma constante entre $+ 23^{\circ} 27'$ y $- 23^{\circ} 27'$.

Esta inclinación es la causa de las diferencias de clima en las distintas regiones del globo terrestre y de la sucesión de estaciones en cada una de ellas; produce además una variación de la inclinación de los rayos solares sobre la superficie terrestre y del largo que estos recorren en la atmósfera terrestre. El norte siempre apunta hacia la estrella polar.

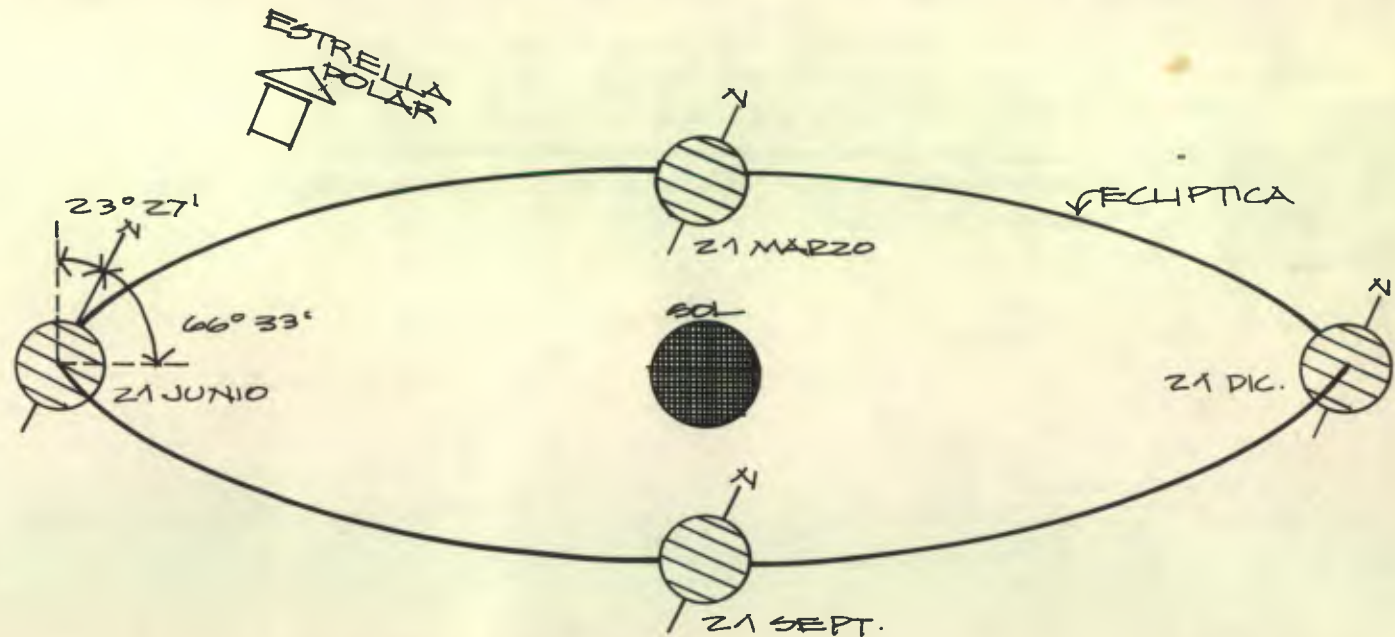


FIG. 40. TRAYECTORIA DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL

Los equinoccios son los puntos donde la tierra está más cerca del sol. Esta posición se efectúa dos veces por año: 21 de marzo y 21 de septiembre, en esta época como el sol se encuentra dirigiendo sus rayos hacia el ecuador, los días tienen igual duración que la noche en toda la tierra.

Los solsticios son los puntos donde la tierra se encuentra más alejada del sol, esto también ocurre dos veces por año: 21 de junio y 21 de diciembre. Como la tierra está dividida en hemisferio norte y hemisferio sur, el solsticio de invierno es el 21 de diciembre y el solsticio de verano es el 21 de junio para el hemisferio norte. El solsticio de invierno es el 21 de junio y el solsticio de verano es el 21 de diciembre para el hemisferio sur.

En estos días el recorrido aparente del sol está representado por dos círculos paralelos al ecuador, distantes de éste $23^{\circ} 27'$ llamados trópicos, éstos están en el lugar exacto donde los rayos solares llegan perpendicularmente a la tierra, cuando el sol presenta su máxima declinación.

Los círculos polares están en lugar exacto donde los rayos solares pasan tangentes al globo cuando el sol también está en su máxima declinación.

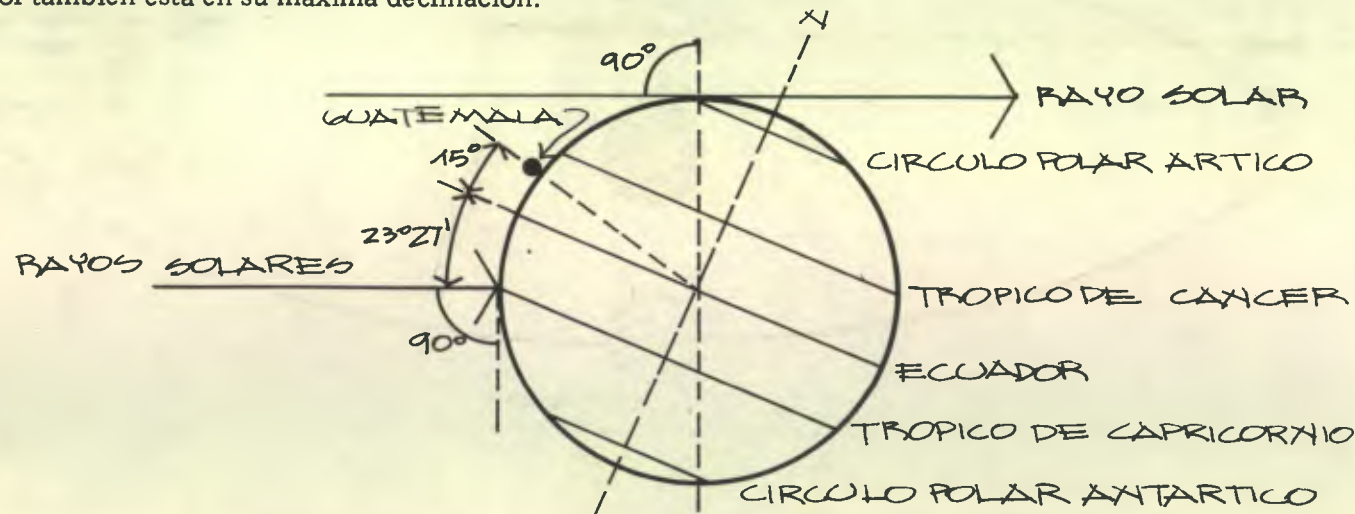


FIG. 41-POSICION DE LA TIERRA CON RELACION AL SOL EN EL 21 DE DICIEMBRE

Posición Geográfica: Es la localización de un punto del globo terrestre respecto a sus latitudes y longitudes.

La latitud es la distancia desde un punto de la esfera terrestre al ecuador, contado por grados.

La longitud es la distancia de un punto de la esfera terrestre al primer meridiano. El meridiano es el círculo máximo que pasa por los polos y divide al globo terrestre en dos hemisferios: oriental y occidental. El primer meridiano es aquél desde el cual se miden los grados de longitud, y pasa por el observatorio de Greenwich, cerca de Londres.

Como puede observarse, la posición geográfica de cualquier país está influenciada por la dirección de los rayos solares a través del año. En este aspecto, lo que interesa es determinar la posición de Guatemala para analizar su influencia solar durante el año.

Posición geográfica de Guatemala: Se encuentra ubicada entre el ecuador y el trópico de cáncer. Tiene una distancia que oscila entre 14° y 17° del ecuador latitud norte. Y una distancia que oscila entre $88^{\circ} 30'$ y 92° longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

Para el análisis y recorrido del sol se utilizan únicamente los grados de las latitudes, y al variar éstas de acuerdo al lugar, se necesita conocer la ubicación del punto a estudiar.

Por esta razón, las posiciones de las cabeceras departamentales de Guatemala variarán de la siguiente forma:

Nº	CABECERA DEPARTAMENTAL	LATITUD
1	ESQUINTLA	14°
2	CUILAPA	14°
3	JUTIAPA	14°
4	GUATEMALA	14°
5	RETALHULEU	14°
6	MAZATENANGO	14°
7	CHIMALTENANGO	14°
8	QUEZALTEENANGO	15°
9	SAN MARCOS	15°
10	JALAPA	15°
11	SOLOLA	15°
12	TOTONICAPAN	15°
13	CHIQUIMULA	15°
14	EL PROGRESO	15°
15	SANTA CRUZ DEL QUICHE	15°
16	HUEHUETENANGO	15°
17	COBAN	15°
18	SALAMA	15°
19	ZACAPA	15°
20	ANTIGUA GUATEMALA	15°
21	PUERTO BARRIOS	16°
22	FLORES	17°
23	BELICE	17°



FIG. 42 - POSICION GEOGRAFICA DE LAS CABECERAS DEPARTAMENTALES DE GUATEMALA

2- Diseño de parteluces:

Según se vio con anterioridad, es importante conocer la teoría solar porque las diferentes posiciones de la tierra a través del año influyen en la incidencia solar para cada país del globo.

Debido a la latitud en que se encuentra Guatemala; los datos a obtener del sol, no serán los mismos a los de aquellos países que estén ubicados geográficamente en otra latitud.

a- Elementos con que debe contarse para el diseño:

- Latitud (14° a 17°)
- Orientación de la fachada (norte, sur, este y oeste)
- Número de horas de trabajo o de uso del ambiente a considerar
- Número de horas/sol durante el día.
- Incidencia vertical del sol para determinar los ángulos de los rayos que se proyectan en las paredes (altitud).
- Incidencia horizontal del sol para determinar los ángulos de los rayos que se proyectan en el piso (azimut)

b- **Método para el cálculo del parteluz:** Existen varios procedimientos; en el presente estudio se explicará detalladamente el método de la Carta Solar con el transportador de ángulos de sombra, debido a que se han hecho estudios para Guatemala en todo lo relativo a las cartas solares con las latitudes que le corresponden.

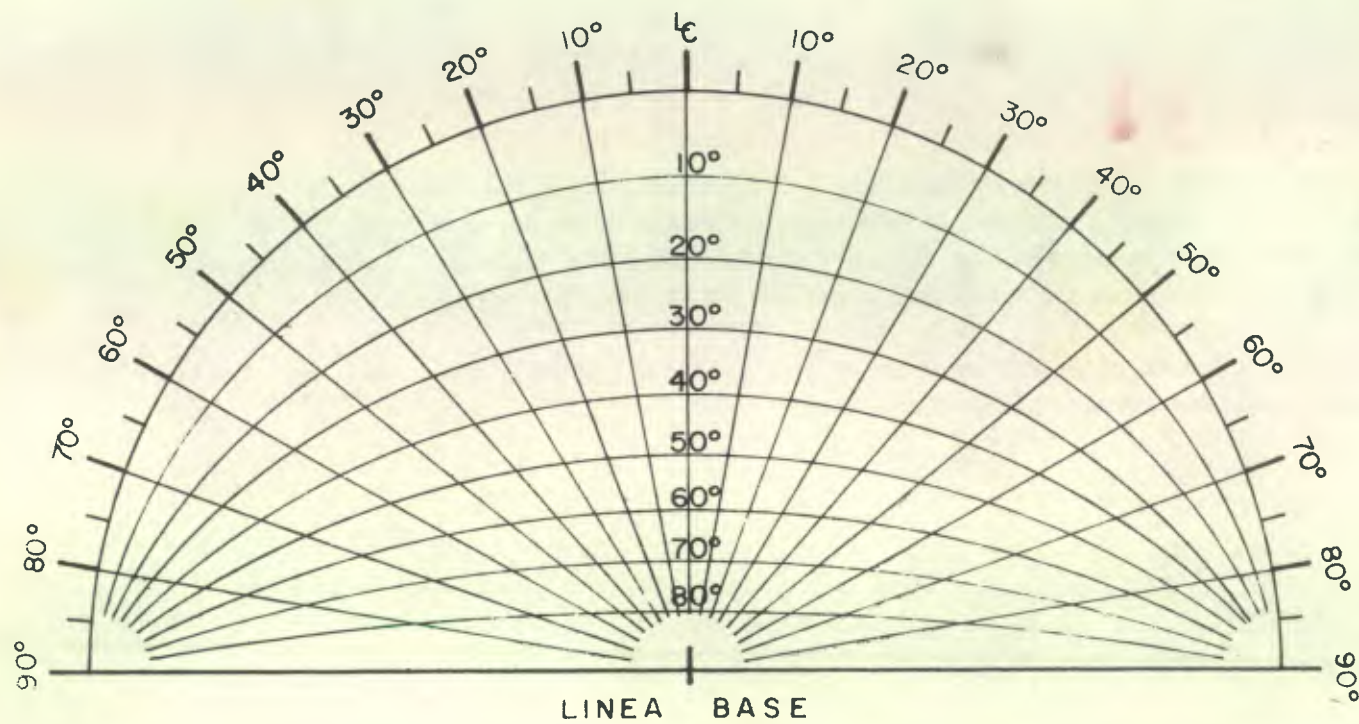
Después de analizar diferentes procedimientos, se ha considerado que es el más sencillo y práctico, incluyendo desde luego las facilidades de documentación sobre las cartas solares.

Carta solar: Es una gráfica con la que se puede determinar la incidencia solar para la mañana y la tarde del día, en el transcurso del año. Las cartas solares que se muestran fueron calculadas y graficadas por el Arq. Sergio García en su tesis de graduación. Observando una de ellas se comprenderá mejor su contenido y

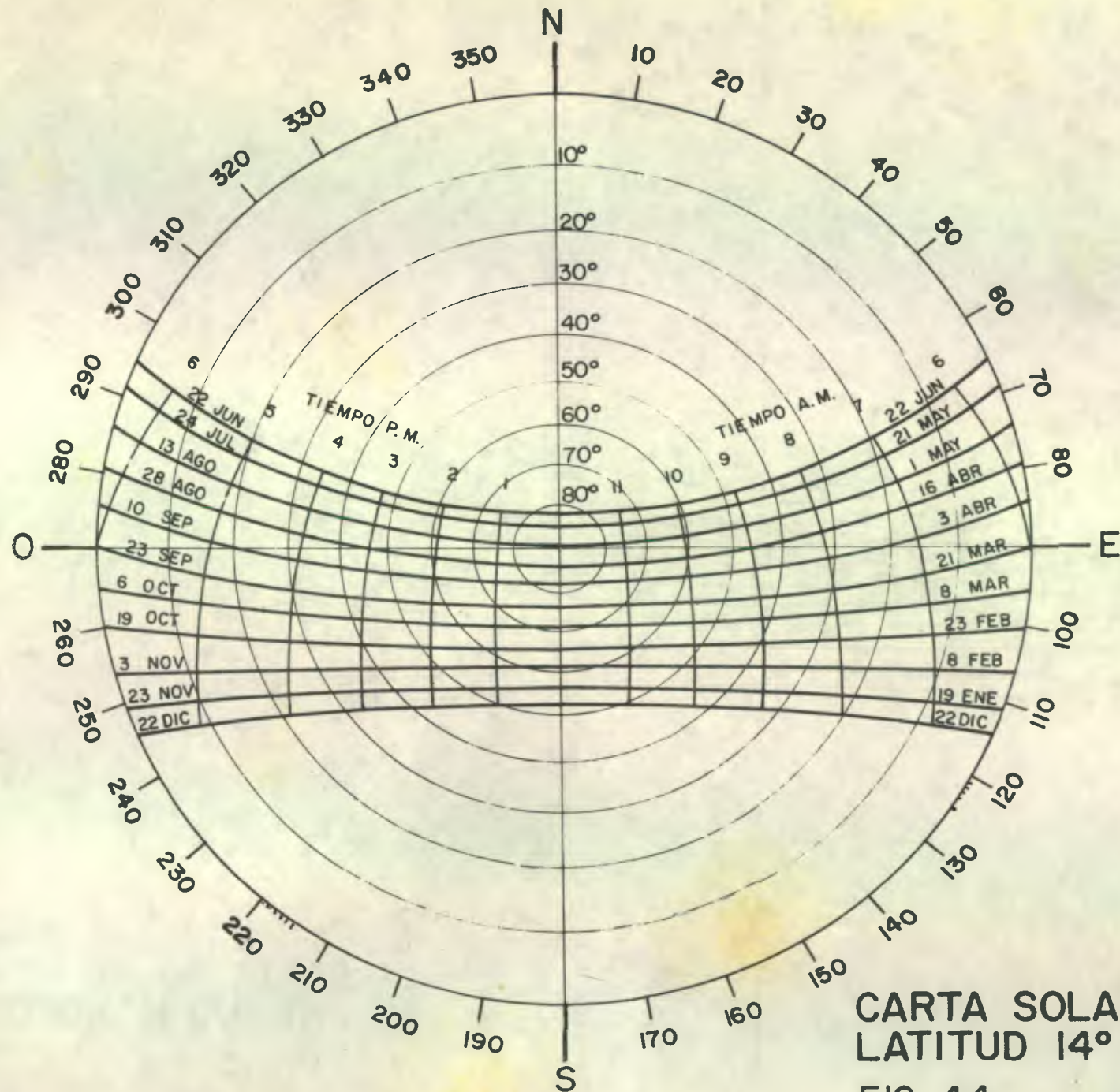
funcionamiento.

Transportador de ángulos de sombra: Es una gráfica que permite encontrar los datos de altitud y azimut de la fachada a analizar. Se usa sobreponiéndola sobre la carta solar, de tal manera que el transportador debe ser transparente, para que al colocarse puedan verse con claridad los datos a obtener, haciendo coincidir la base del transportador con la línea de la fachada en estudio.

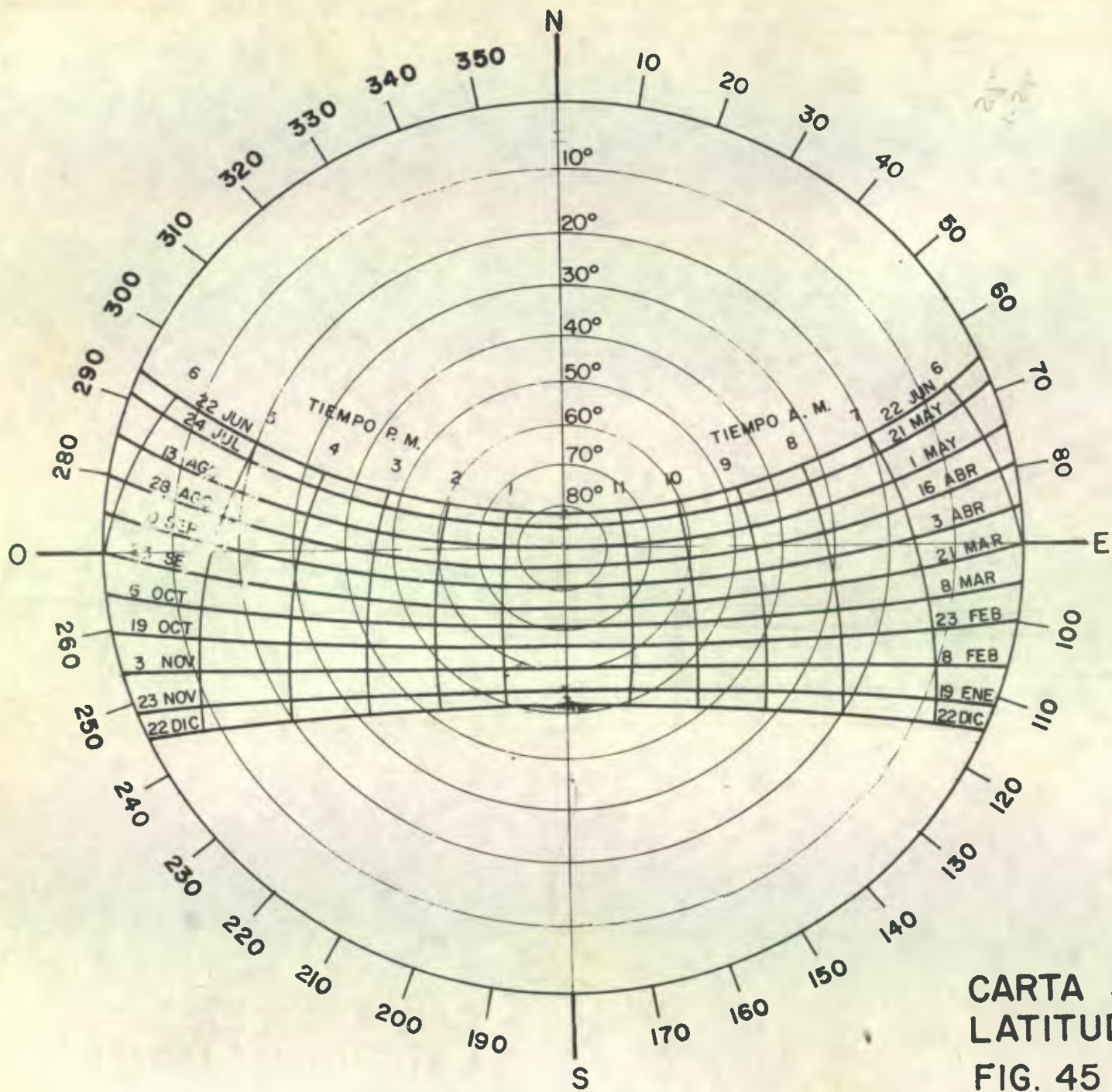
Debido a los costos de reproducción, en este trabajo se imprimió sobre papel, pero con una copia en plástico o talco se puede obtener el efecto deseado.



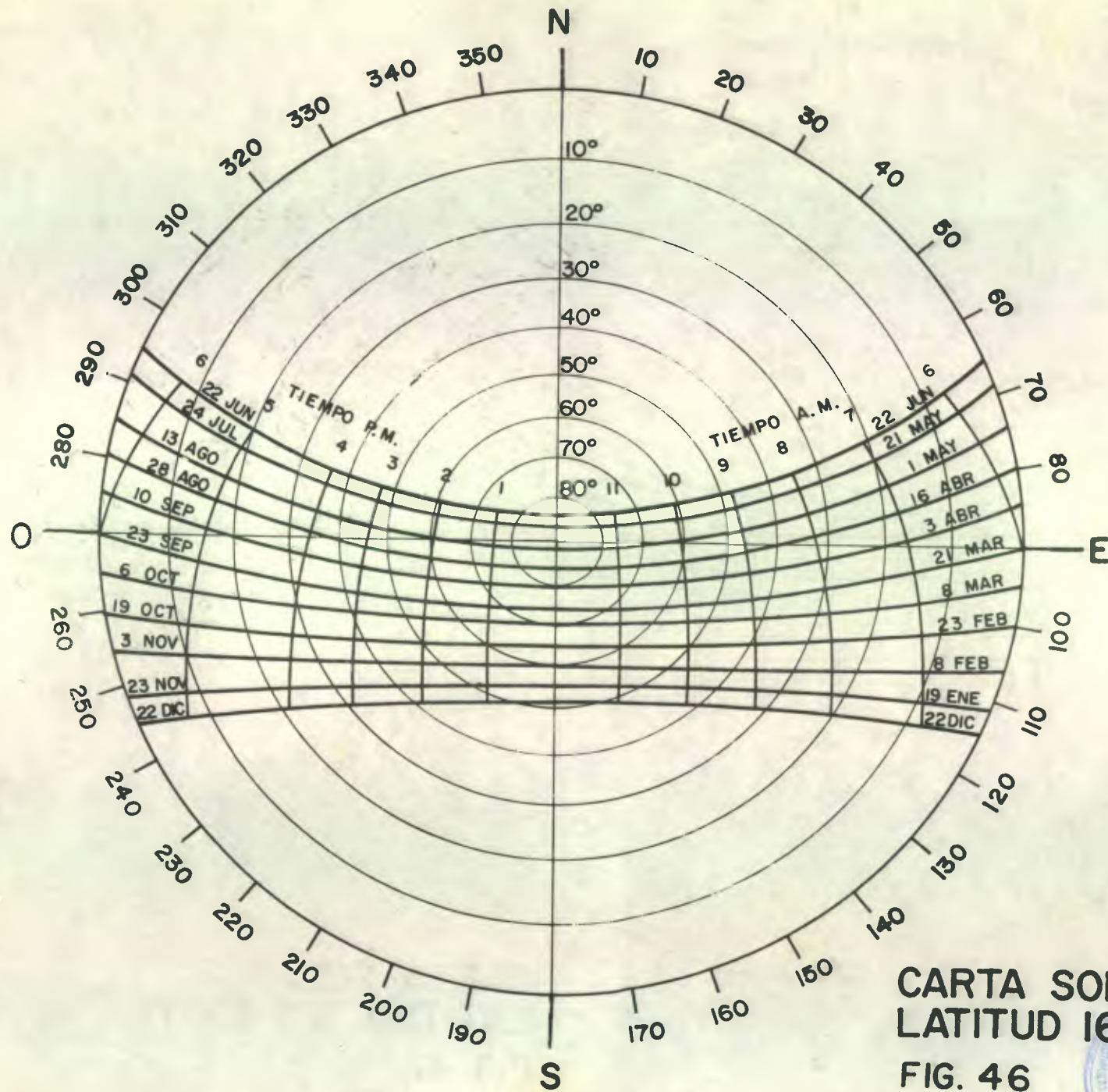
TRANSPORTADOR DE ANGULOS DE SOMBRA
FIG. 43



CARTA SOLAR
 LATITUD 14° NORTE
 FIG. 44

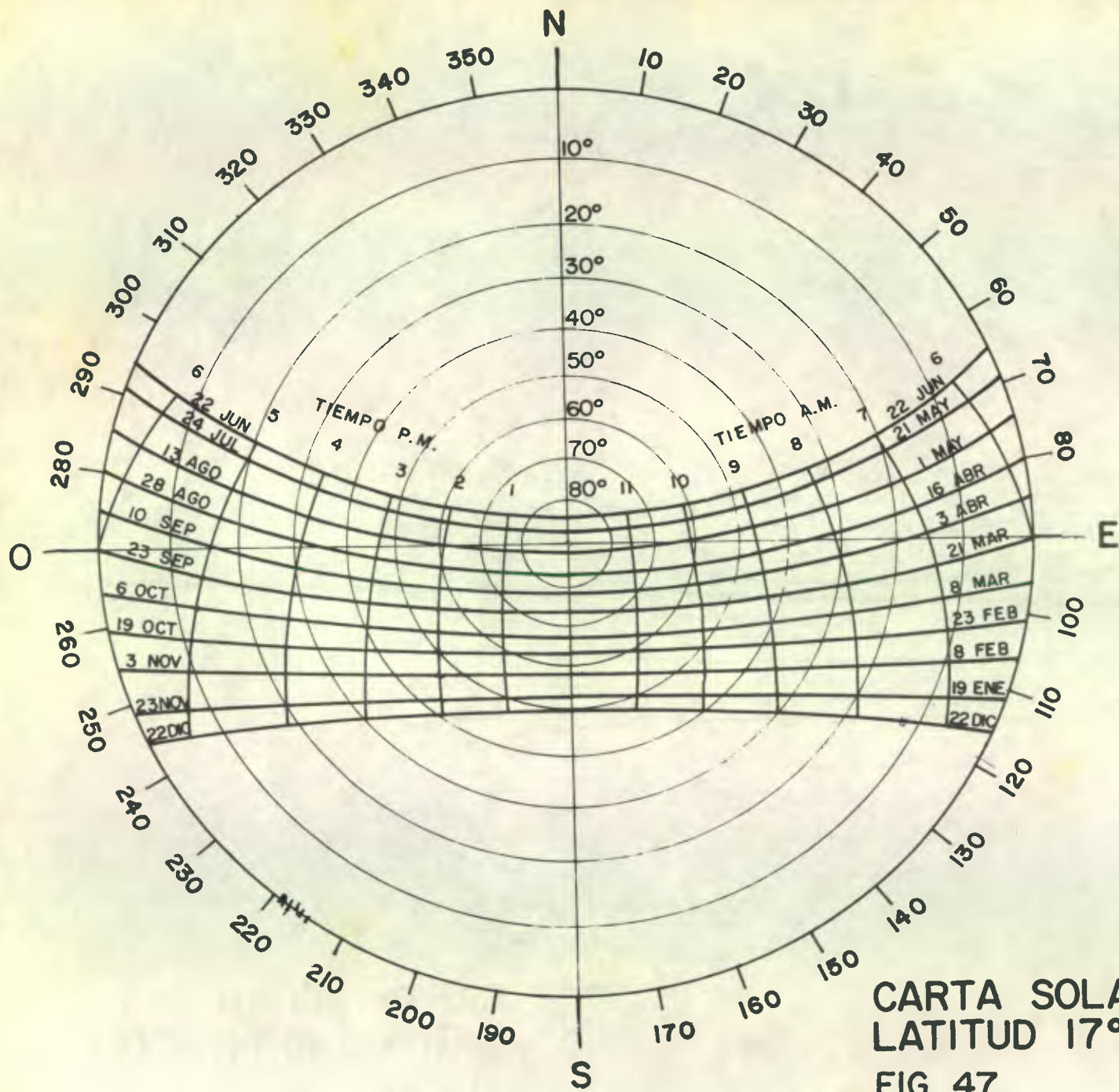


CARTA SOLAR
 LATITUD 15° NORTE
 FIG. 45



CARTA SOLAR
LATITUD 16° NORTE
FIG. 46





CARTA SOLAR
LATITUD 17° NORTE
FIG. 47

3— Manejo de la Carta Solar:

El ejemplo siguiente aclara el proceso en el manejo de la carta para determinar la incidencia solar en un ambiente.

Datos que se conocen:

- Latitud: 14° norte.
- Orientación de la fachada: la línea perpendicular de la fachada corresponde a un azmut de 155° , lo que determina la orientación de la misma.
- El ambiente está destinado para uso de oficina, y las horas de trabajo son de 8 a 12 a.m. y de 2 a 6 p.m.

Para el diseño de parteluces siempre es recomendable analizar el soleamiento en las fechas críticas del año, se conocen las mismas al tener ubicada la fachada sobre la carta solar, o viéndose cual es la época del año en que hay mayor incidencia del sol.

En este caso, como lo que se pretende es llegar a comprender el manejo de la carta, se analizará el soleamiento cada dos horas durante el 22 de diciembre, debido a que la orientación de la fachada es sensiblemente sur y en dicha fecha el sol está en su posición de máxima latitud sur con respecto al ecuador.

Procedimiento:

El primer paso es dibujar la planta y la sección del ambiente, considerando en la planta la ubicación del norte.

Luego se indica la línea de fachada en la carta solar para controlar la incidencia del sol. Después se coloca el transportador de ángulos de sombra, procurando que la línea central del transportador coincida con la de la carta solar; así la línea central del transportador coincidirá con el azimut de la fachada (línea perpendicular a la fachada, trazada desde el centro de la carta solar).

Después se interpolan los puntos en la fecha del 22 de diciembre y se analizan los ángulos para altitud y azimut. Ver gráficas del estudio.

Habiendo encontrado los ángulos, se trasladan los datos a las plantas y secciones del ambiente para obtener un resumen gráfico de las incidencias solares directas. De esta manera se encontrará el tipo de parteluz conveniente, por medio del procedimiento de intersectar dichas incidencias de luz directa.

Cuando se adquiere práctica en el uso de la carta, ya no es necesario hacer trazos en las gráficas, debido a que el transportador, girándolo sobre su eje permite encontrar los ángulos requeridos.

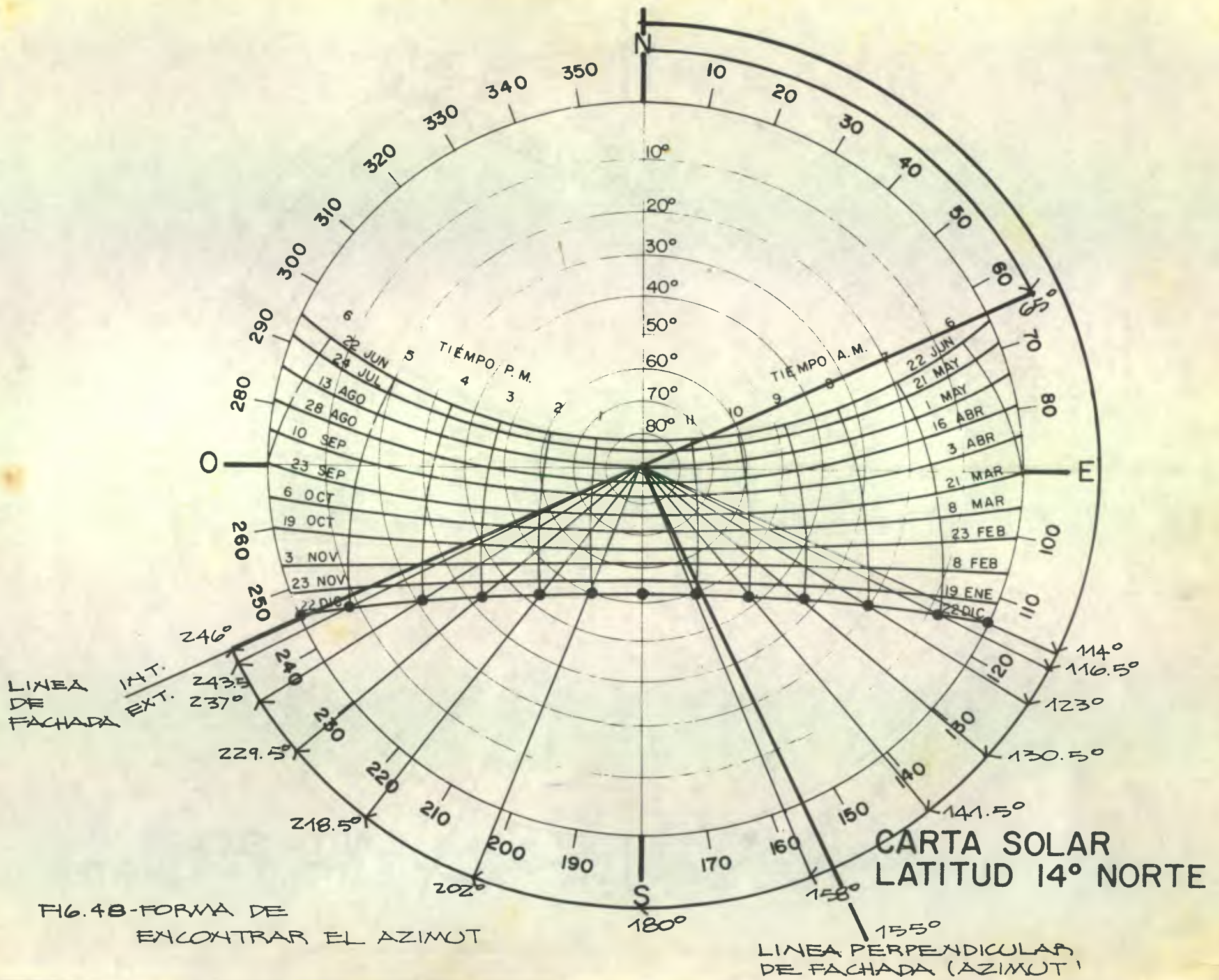


FIG. 48-FORMA DE ENCONTRAR EL AZIMUT

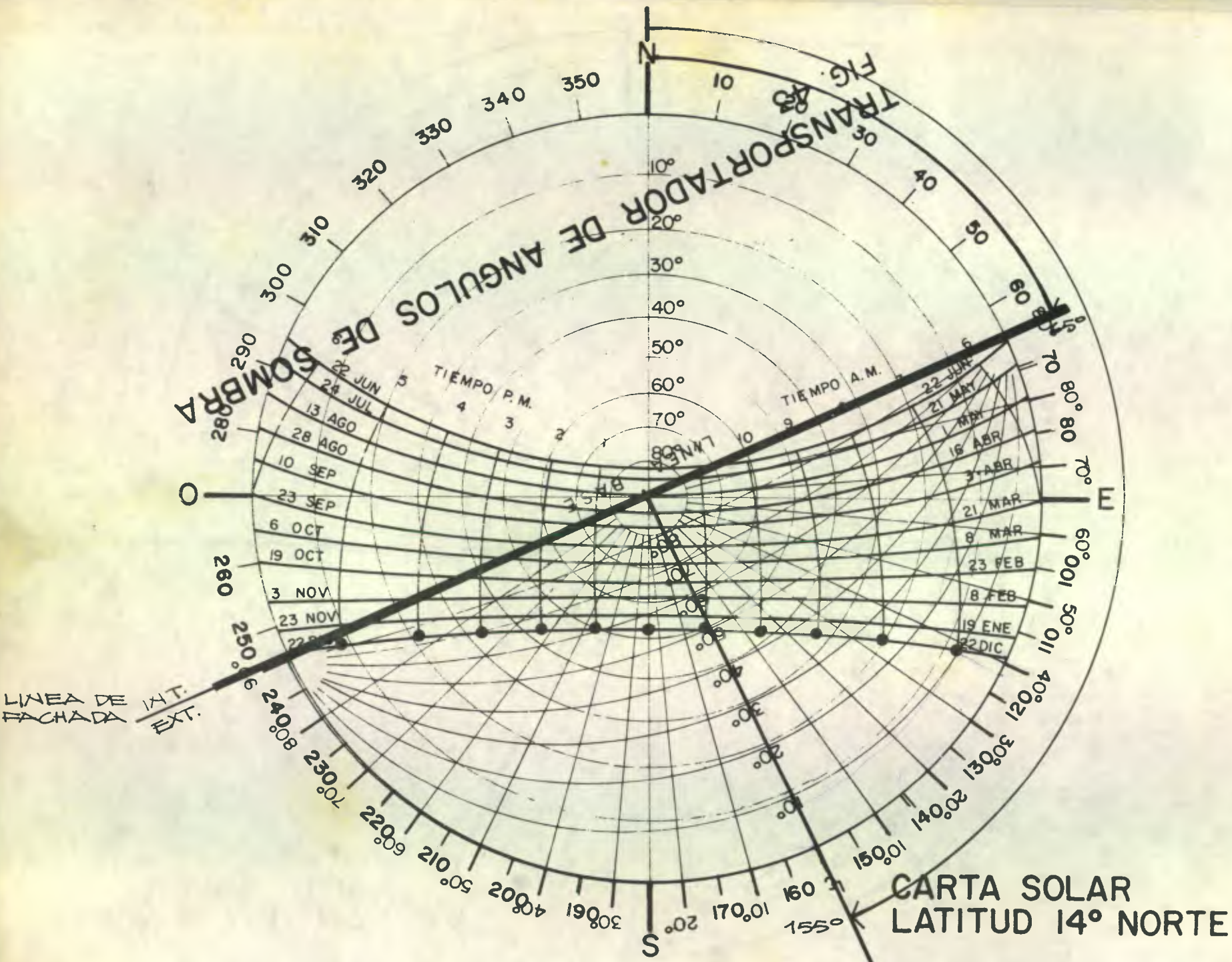
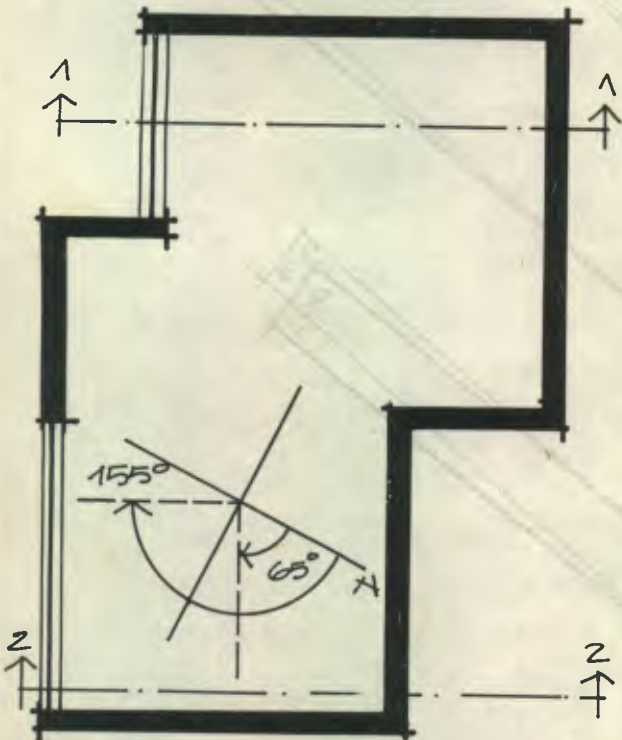


FIG. 49- FORMA DE ENCONTRAR LA ALTITUD



SECCION 1-1



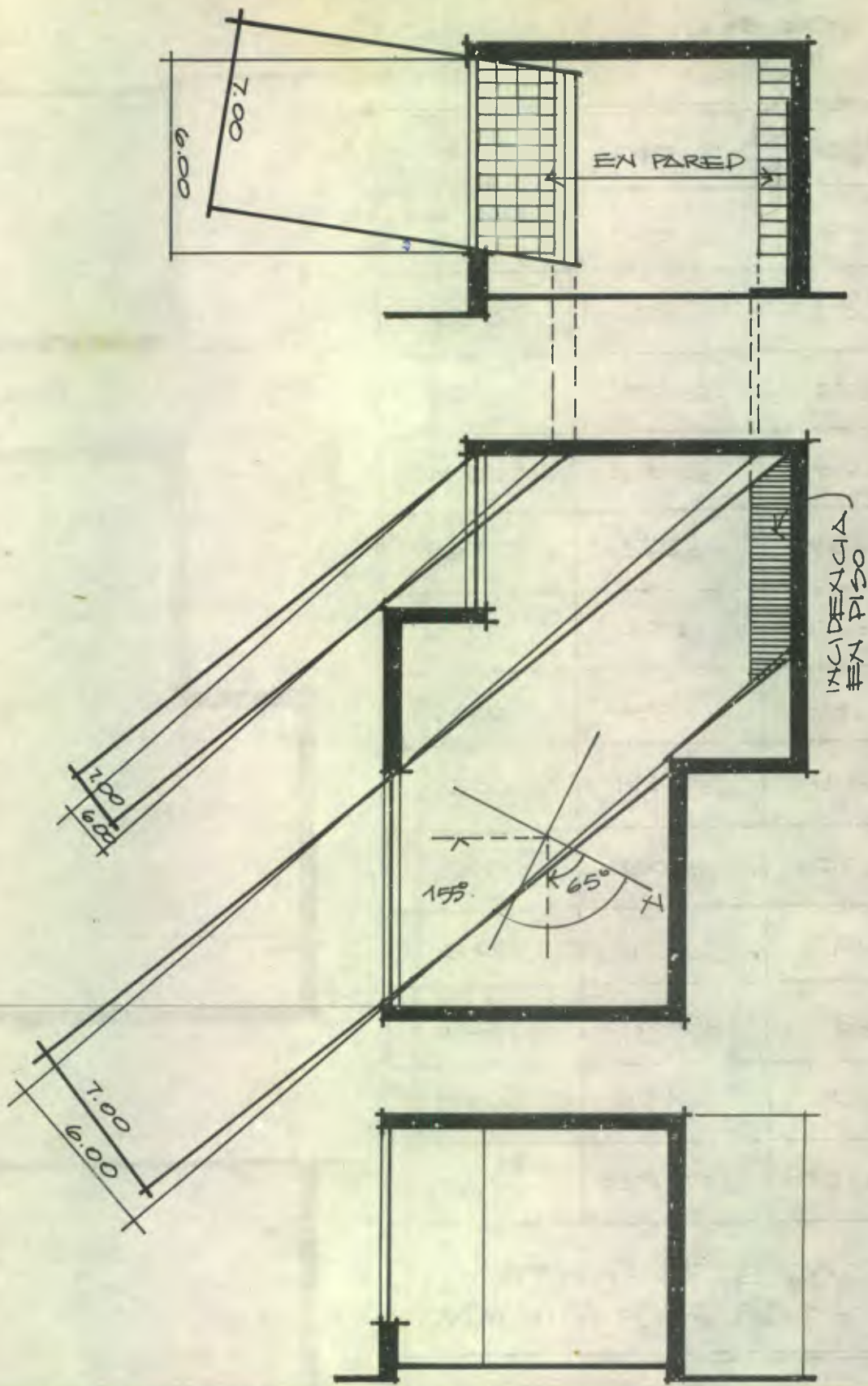
PLANTA



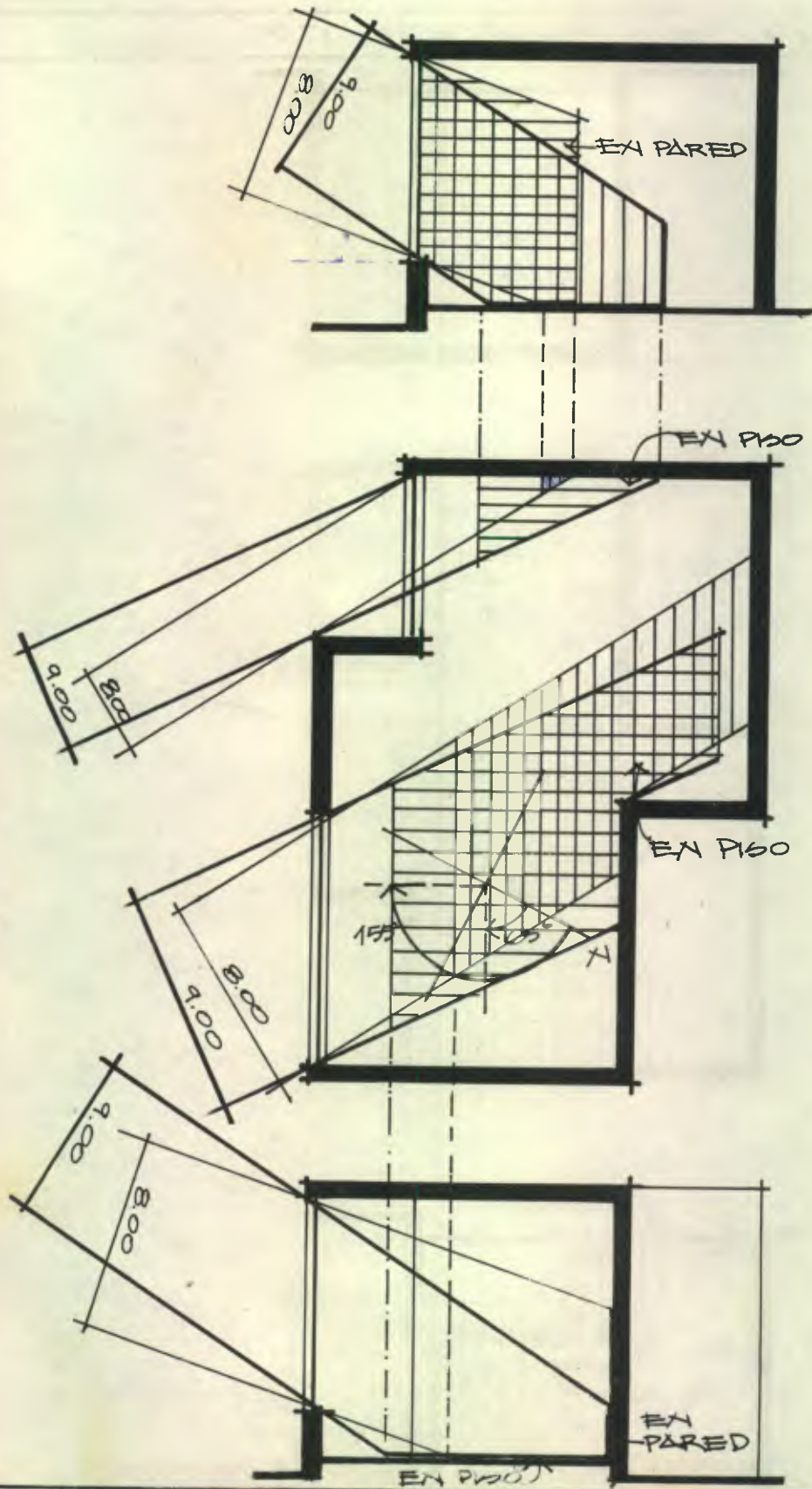
SECCION 2-2

AMBIENTE A ESTUDIAR ANÁLISIS ZZ DE DIC		
HORA	AZIMUT	ALTITUD
6.00	114°	0°
7.00	116.5°	8°
8.00	123°	20°
9.00	130.5°	32°
10.00	141.5°	41°
11.00	158°	49°
12.00	180°	52°
13.00	202°	49°
14.00	218.5°	41°
15.00	229.5°	32°
16.00	237°	20°
17.00	243.5°	8°
18.00	246°	0°

FIG. 50

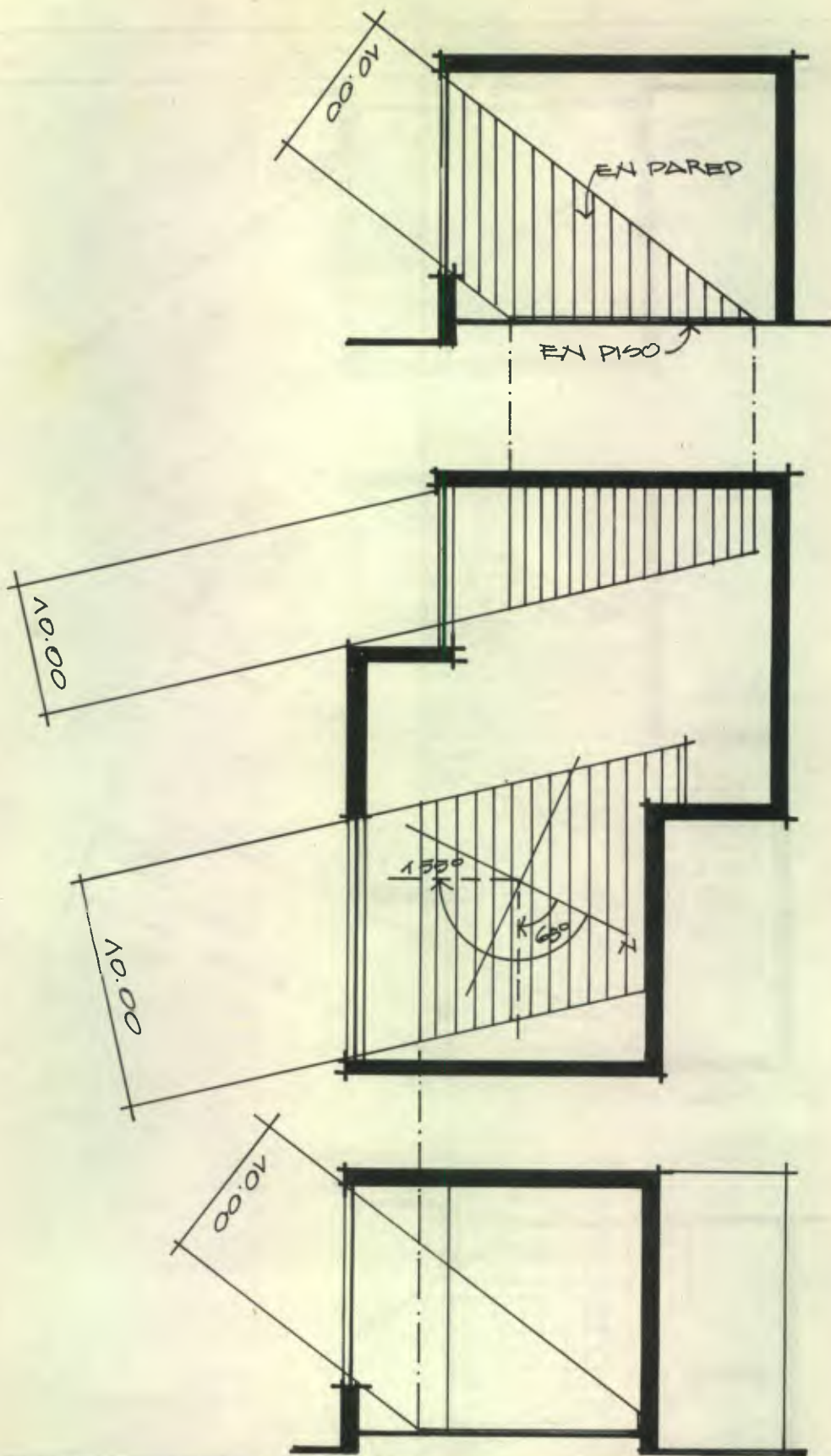


6.00-7.00 HORAS FIG. 51



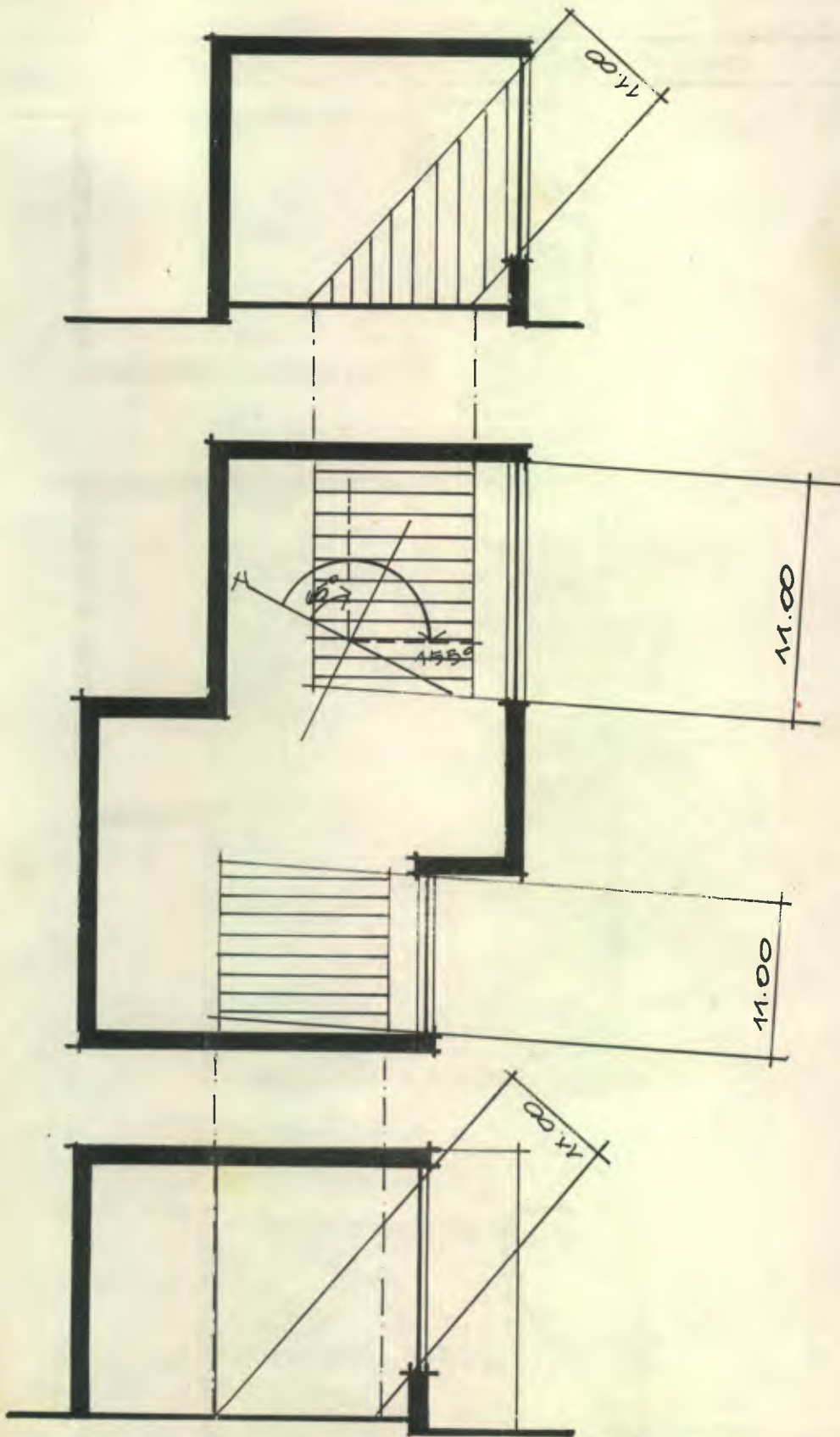
8.00-9.00 HORAS

FIG. 52

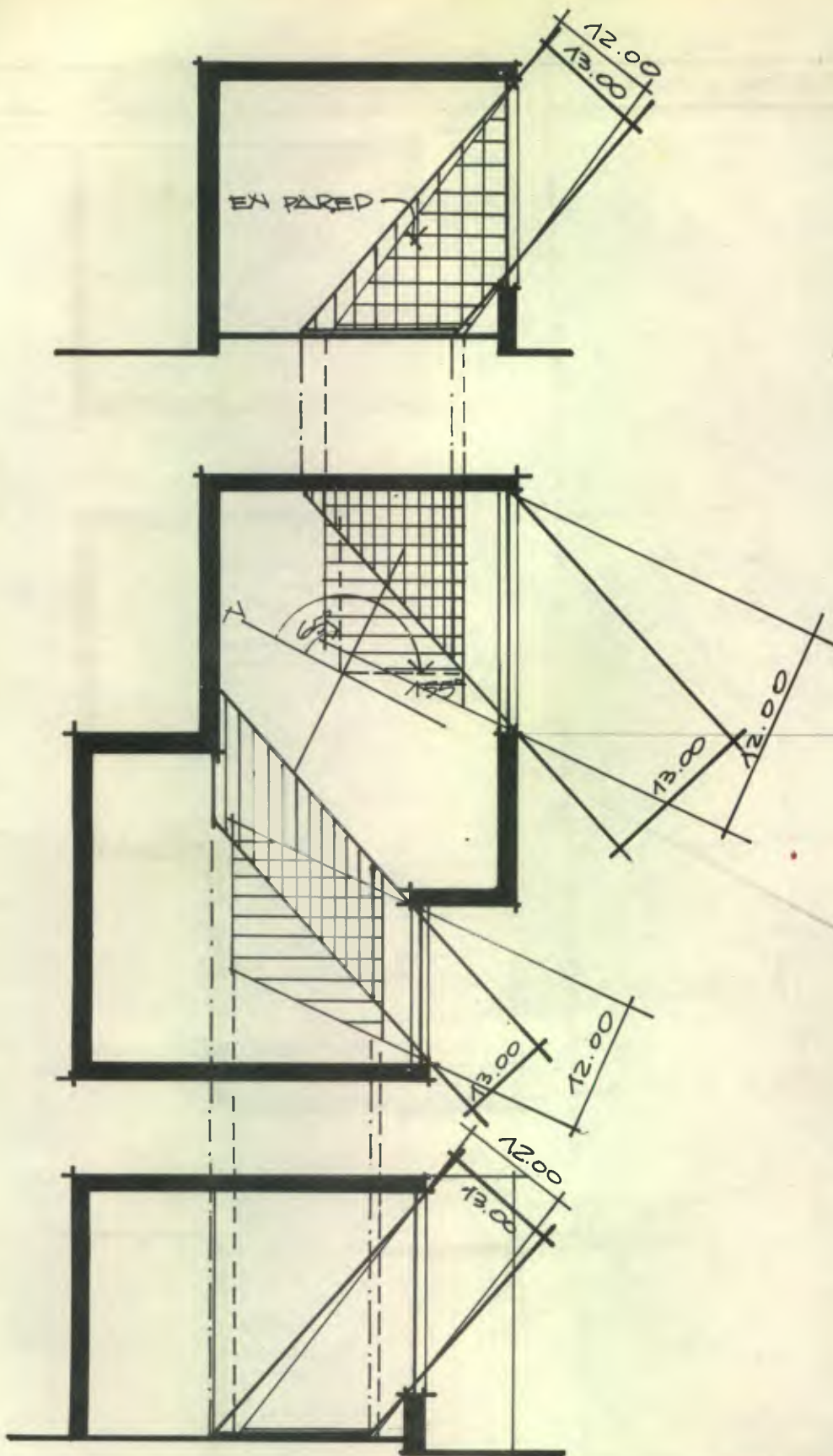


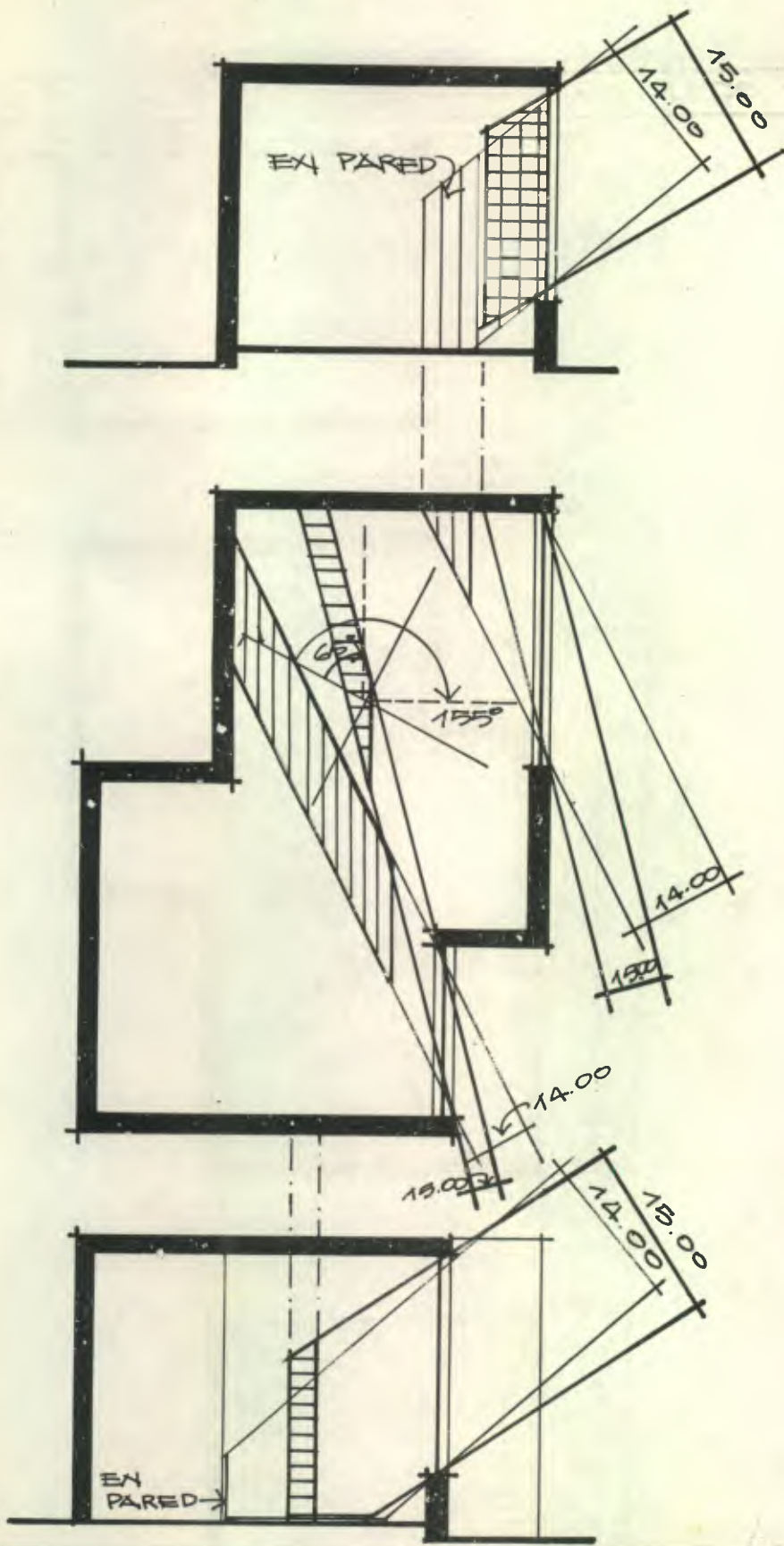
10.00 HORAS

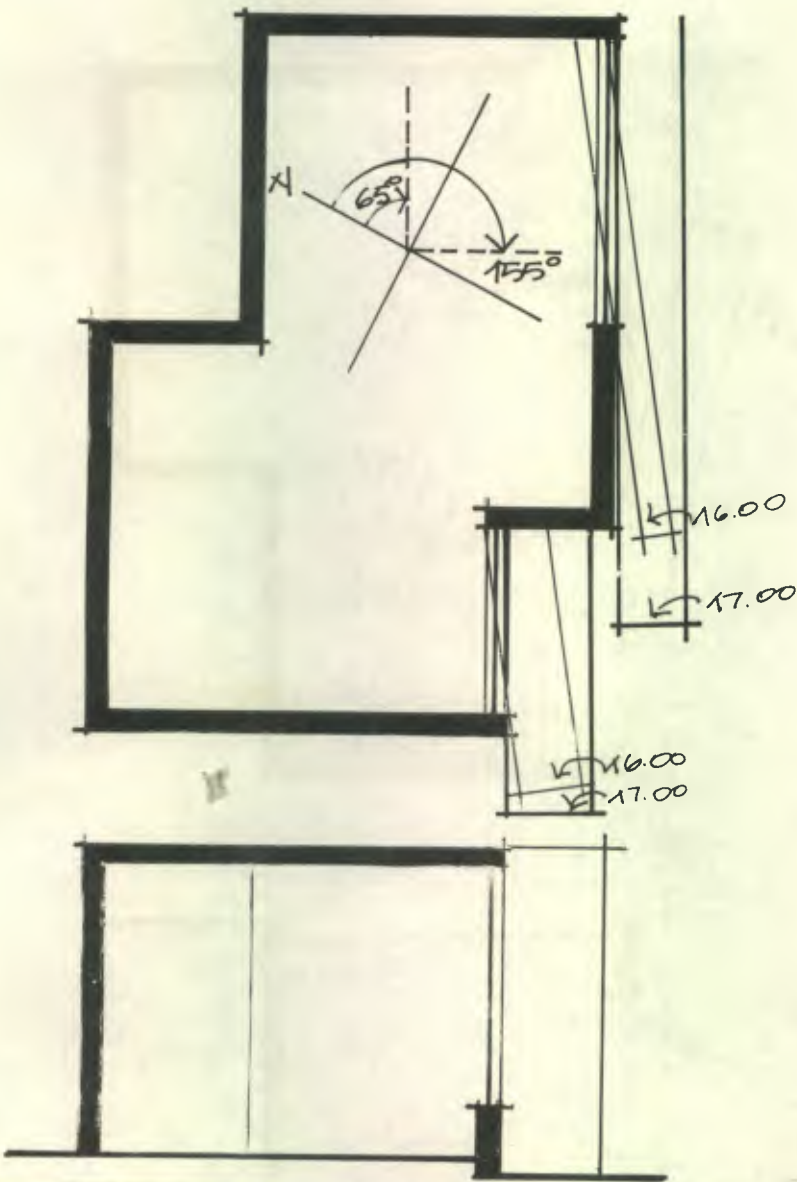
FIG. 53



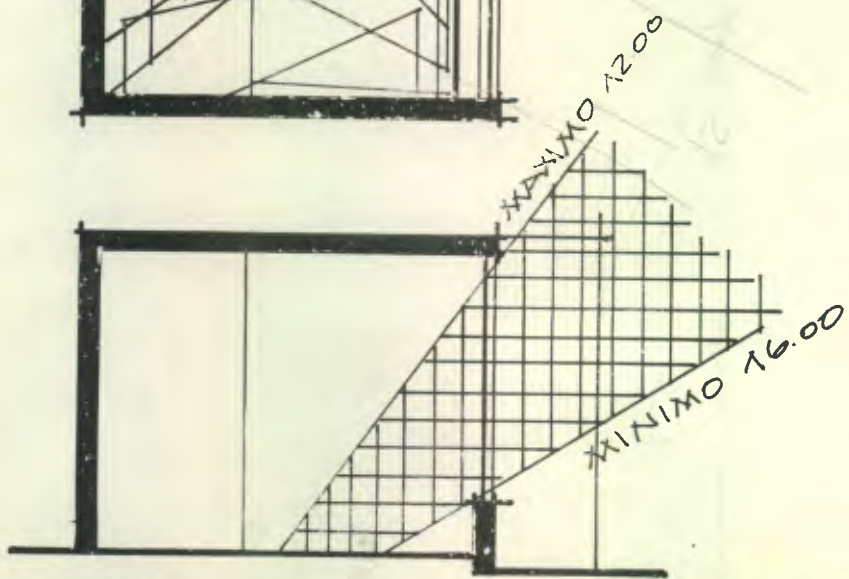
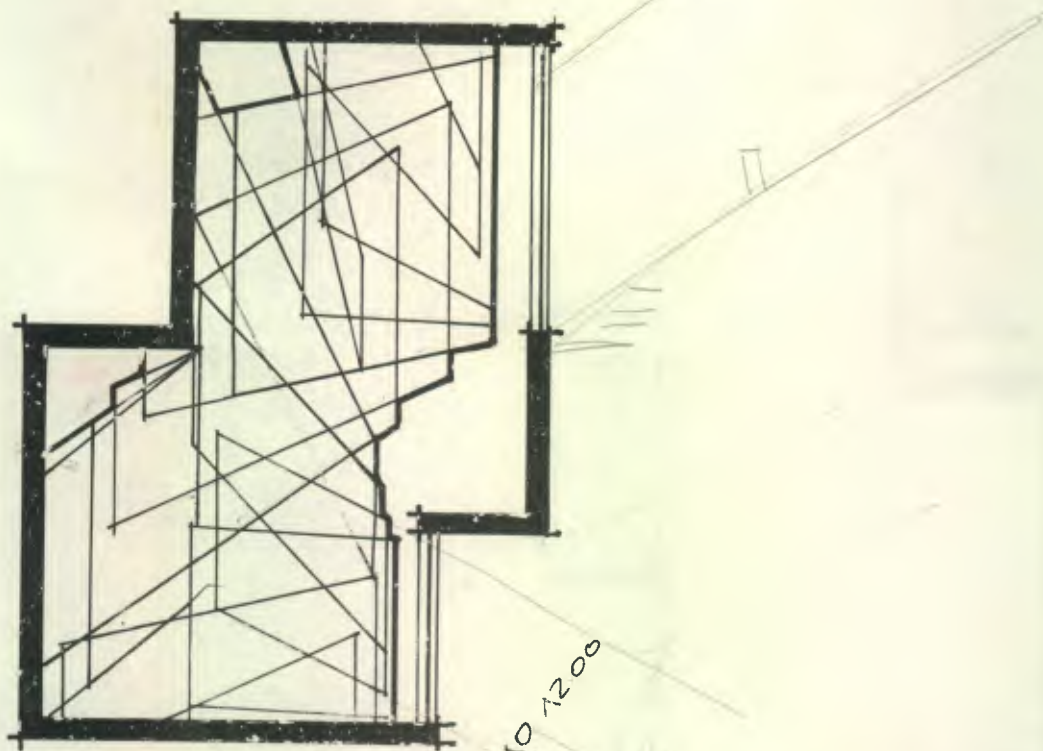
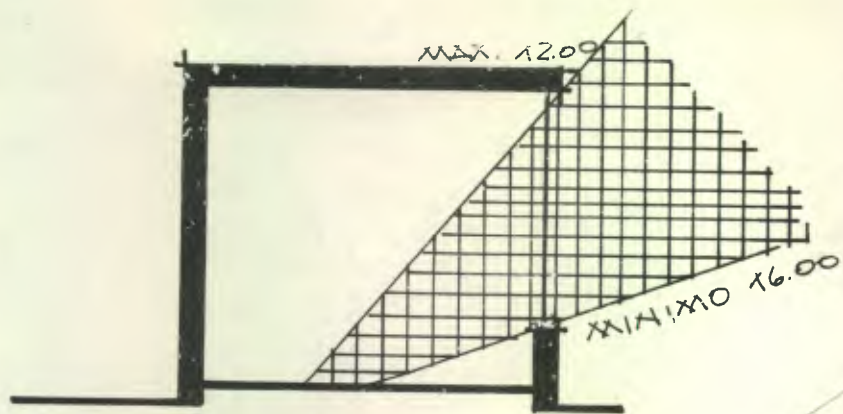
11.00 HORAS FIG. 54

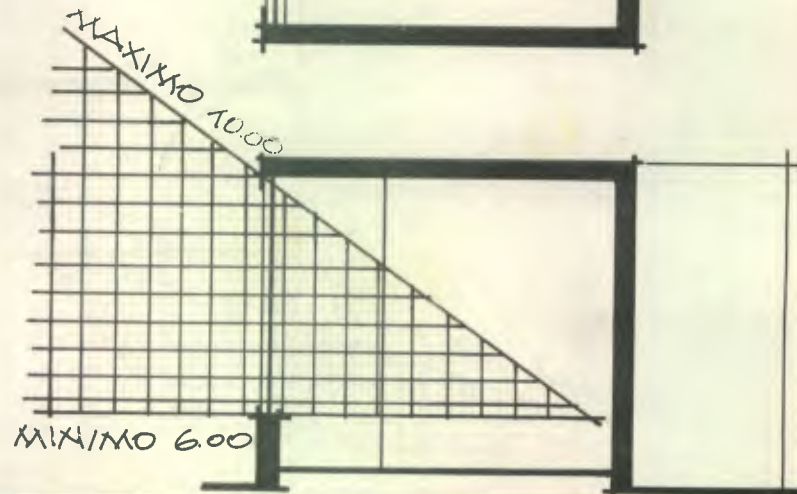
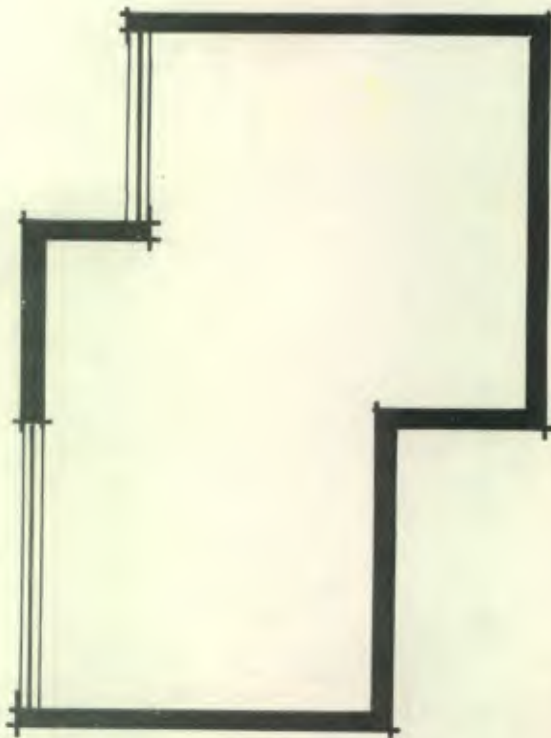
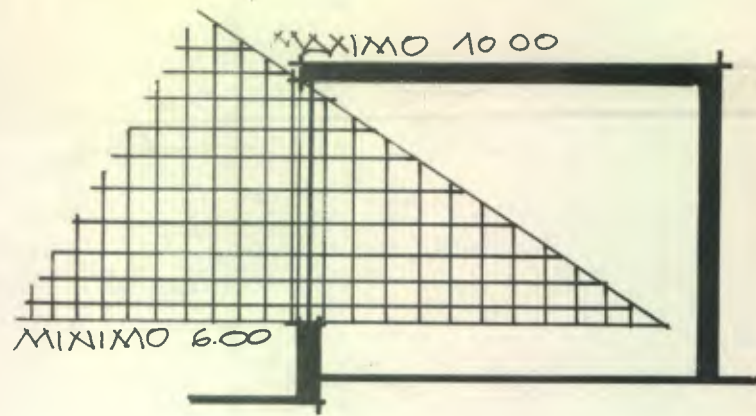






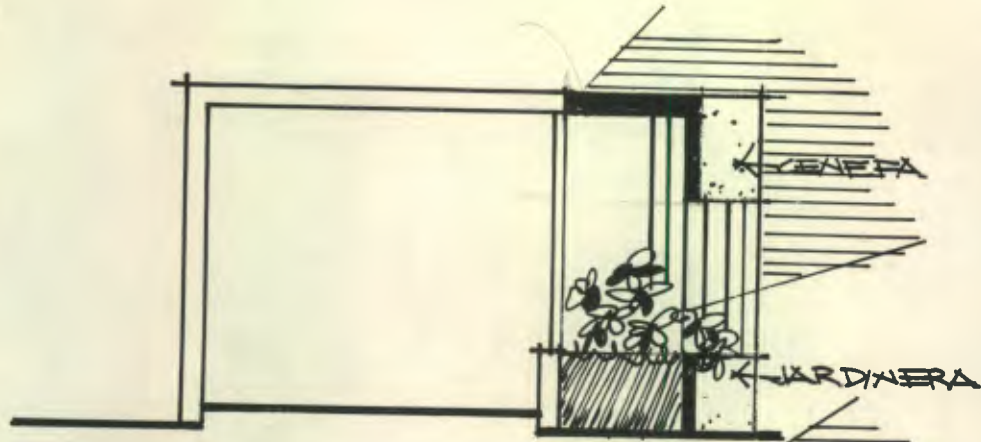
16.00-17.00 HORAS FIG. 57



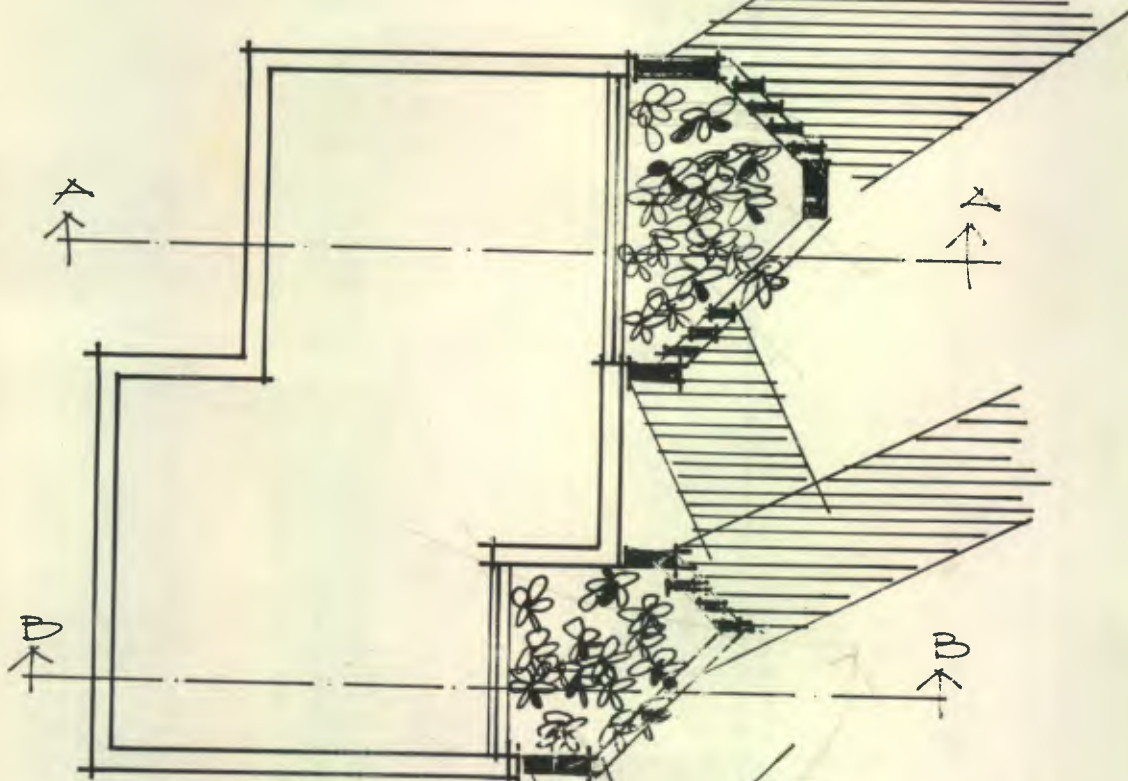


86

SECCIONES HACIA S-O FIG. 59



SECCION A-A



PLANTA



SECCION B-B

SOLUCION

FIG. 60

4.2- DESCRIPCION DEL METODO PARA CALCULO DE ILUMINACION NATURAL.

4.2.1- Normas generales para su aplicación:

La orientación de la fachada y la cantidad de días del año en que se tiene cielo claro, son factores importantes para un buen análisis. Para la descripción del método se contemplarán los siguientes puntos:

1- Condiciones mínimas de luminosidad para el cielo, la tierra y el sol.

2- Predicción del método de luz solar.

* Las figuras y curvas que se mencionan a continuación, se pueden observar al final del presente capítulo.

1- Condiciones mínimas de luminosidad para el cielo, la tierra y el sol, **afectadas** por:

a- **Cielo nublado** : Según análisis que han hecho especialistas norteamericanos e ingleses sobre iluminación, las condiciones mínimas de diseño para cielo nublado, son 500 pies candela de iluminación, para la ventana que da directo al cielo. Sin embargo, algunas medidas tomadas en áreas específicas de ambientes indican valores diferentes, como se verá en los ejemplos utilizados en este capítulo.

Aspectos que influyen en el análisis para cielo nublado:

1- Altitud y azimut del sol, que depende de la fecha y hora del análisis. Se determina por medio de la figura E en forma bastante sencilla. Por ejemplo, si se hace el análisis el 21 de marzo, para la latitud de 14° norte, entonces, a las horas siguientes se obtienen los datos como sigue: a las 8 a.m. una altitud de 30° , a las 10 a.m. de 57° y a las 12 a.m. de 75° .

2- Luz proveniente del cielo para una superficie vertical. Usar la curva IX de la figura B.

- 3- Luz proveniente del cielo que se refleja en las áreas próximas a la ventana. Para ello se debe usar la curva VIII de la figura B. Por ejemplo, si la altitud es de 57° , se tendrá un valor de 1000 pies candela, este dato se tiene que duplicar como lo indica la nota de la curva VIII.
- 4- Reflexión de la tierra para áreas próximas a la ventana. Para algunas superficies típicas, buscar en la figura F. Por ejemplo, el valor de reflexión de la grama es de 20o/o, del concreto es de 55o/o, etc.,
- 5- Iluminación en la ventana proveniente de la tierra: se obtiene multiplicando la iluminación proveniente del cielo que se refleja en la tierra por el valor de reflexión de la tierra. En el ejemplo se tiene 2000 por 0.20 (reflexión de la grama) = 400 pies-candela. La iluminación que incide en la ventana es el 50o/o de la reflejada de la tierra, entonces el resultado será 400 por .50 = 200 pies candela.

b- Cielo claro, sin sol que incida directamente a la ventana: al estudiarse la incidencia de luz en un ambiente, tienen que considerarse para cielo claro, sin sol que incida directamente a la ventana las condiciones siguientes:

- 1- Altitud y azimut del sol, para la hora y día que se crea necesario estudiar, por ejemplo, si la fachada está orientada al norte, es muy poca la incidencia solar directa durante el año. Estos datos se encuentran en la figura E, o por medio de la carta solar y el transportador de ángulos de sombra, como se explicó en el punto anterior.
- 2- La iluminación proveniente del cielo y que incide directamente en la ventana: este dato depende del azimut del sol. Puede encontrarse en las curvas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la figura B.
- 3- La iluminación que incide en la tierra desde el cielo: Se encuentra por medio de la curva VII, figura B; este dato depende de la altitud del sol. (Como se explica en el punto anterior.)
- 4- Iluminación que incide en la tierra desde el sol: Dato que se encuentra en la figura D, y que es determinado por la fecha del análisis (día, hora, altitud y azimut).

- 5- Iluminación total en la tierra: es la suma de la iluminación incidente del sol y del cielo, sobre la tierra (suma de los datos encontrados en el punto 3 y 4).
- 6- Iluminación en la ventana proveniente de la tierra: obtenible por la multiplicación de la iluminación total en la tierra y el valor de reflexión de la tierra (concreto, grama, etc.). El resultado se multiplica por 50o/o, ya que la ventana recibe la mitad de la iluminación reflejada de la tierra. (Proceso explicado en el punto anterior).

c- Cielo claro, con sol que incide directamente en la ventana:

Para esta condición mínima se sigue exactamente el mismo proceso que en el punto anterior (para cielo claro, sin sol que incida directamente a la ventana).

Aparte de ello se incluye:

- 1- Iluminación del sol en la ventana: por medio de la figura D, buscar el promedio de la cantidad de iluminación perpendicular a la ventana para la fecha y hora en estudio.

El dato obtenido se multiplica por el coseno del ángulo de la altitud. Esto se debe a que la iluminación en una superficie varía directamente con el coseno del ángulo entre los rayos de luz (altitud) y la perpendicular a la ventana.

- 2- Iluminación total en la ventana: será la iluminación proveniente del sol (azimut por \cos^0) más la iluminación del cielo, más la iluminación reflejada de la tierra.

d- Ambientes con sombras proyectadas:

La iluminación del sol y del cielo son considerados al mismo tiempo cuando se pueden emplear persianas venecianas. Cuando se usa este tipo de control no son necesarios los voladizos para control de luz, aunque hay que contemplar que el voladizo también se usa para control de calor y aire.

A continuación se expondrá la predicción del método de luz solar.

2— Predicción del método de luz solar:

Luz solar directa: Para conocer la distribución de la luz solar se considera en conjunto con la iluminación del cielo.

Luz reflejada de la tierra: La iluminación de la tierra es la suma de la luz reflejada en la tierra, proveniente del sol y del cielo.

Esta luz puede ser re-reflejada al interior del ambiente, primero en el plano de trabajo y después hacia la periferia.

Iluminación del cielo: generalmente incide en el plano de trabajo, de donde, la iluminación del cielo es reflejada al interior del ambiente para producir la luz indirecta. Por lo que la distribución de la luz directa e indirecta son diferentes, teniendo que considerarse independientemente la iluminación del cielo y la de la tierra.

Iluminación natural disponible: El primer paso para determinar la luz interior de cualquier ambiente, es analizar la iluminación disponible en la ventana de acuerdo a las tres formas de incidencia de luz de día: luz del sol, luz del cielo y luz reflejada de la tierra.

Condiciones físicas del espacio y la tierra adyacente: una vez que la cantidad de iluminación disponible en la ventana, para las condiciones bajo estudio ha sido determinada, la próxima consideración es la selección de las características físicas del espacio y la tierra adyacente.

A— Area de transmisión en la ventana: se halla multiplicando las dimensiones de la ventana por el porcentaje del área transmitida de la ventana. Por ejemplo: las ventanas de metal admiten aproximadamente el 80% de la iluminación accesible, si la abertura de una ventana es 2.70×3.60 entonces A_f (area de transmisión) será $2.70 \times 3.60 \times 0.80 = 7.78 \text{ m}^2$

- B- altura del techo
- C- ancho del ambiente
- D- largo del ambiente
- E- altura del sillar de ventana
- F- reflexión de paredes, piso y techo
- G- reflexión o promedio de reflexiones de la tierra adyacente.

El coeficiente de utilización: cuando la iluminación del cielo y la disponible reflejada de la tierra en la ventana han sido calculadas; y las dimensiones físicas del ambiente han sido analizadas, se averigua el porcentaje de la iluminación disponible en la ventana que se obtiene en el plano de trabajo.

Este procedimiento llamado coeficiente de utilización (C. U.), depende, por supuesto, de las características y dimensiones del ambiente antes estudiado. Por ejemplo: si la iluminación disponible en la ventana produce un 20/o de iluminación útil en el plano de trabajo, el coeficiente de utilización será .02. Las tablas 1, 2, 3, 4, 9, y 12 al final del presente capítulo contienen los coeficientes de utilización para varias condiciones.

El factor K: el coeficiente de utilización de cualquier punto que se quiera analizar en el ambiente, depende del tipo de ocupación del mismo. El factor K resuelve las consideraciones adicionales que se hagan al ambiente, como alto del techo, valores de reflexión de paredes y techo, dimensiones del ambiente, etc. Entonces debe multiplicarse el C. U. por el factor K para ampliarse las condiciones adicionales, los datos del factor K se encuentran en las tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 y 14, al final del presente capítulo.

Fórmula de predicción para la luz solar: cuando la iluminación disponible en la ventana proveniente del cielo y la reflejada de la tierra se han determinado, la iluminación en el plano de trabajo para cualquier punto del ambiente puede calcularse de la siguiente forma:

Proveniente del cielo:

$$E_{wp} = E_{is} \times A_f \times C. U. \times K;$$

Proveniente de la reflejada de la tierra:

$$E_{wp} = E_{ig} \times A_f \times C. U. \times K.$$

Donde:

E_{wp} = Iluminación en el plano de trabajo

E_{ig} = Iluminación reflejada de la tierra

E_{is} = Iluminación del cielo

A_f = Area de transmisión en la ventana

CU = Coeficiente de utilización

K = Factor numérico multiplicador

La suma de estas dos ecuaciones es la iluminación total en el plano de trabajo.

Predicción de la iluminación máxima, media y mínima: la predicción de la distribución de la luz solar para cualquier ambiente se consigue analizando diferentes puntos del ambiente. Para simplificar el cálculo, las tablas permiten analizar la predicción para los tres puntos básicos: máximo, medio y mínimo plano de trabajo iluminado.

Los puntos se localizan por medio de una línea dibujada perpendicularmente a la ventana, en el centro del ambiente. El punto máximo es a 1.50 mts , de la ventana, el medio es el centro del ambiente, y el mínimo es 1.50 mts. de la pared opuesta a la ventana. El alto del plano de trabajo para los tres puntos es de 0.75 mts. del piso.

PROCESO:

- 1- Determinar la iluminación útil reflejada de la tierra, y la del cielo en la ventana.
- 2- Determinar el área de transmisión de la ventana.
- 3- Observar el coeficiente de utilización y el factor K del ambiente.
- 4- Conocer la distancia de los puntos máximo, medio y mínimo para saber cuales son los valores de iluminación reflejada de la tierra y el cielo.
- 5- Agregar al plano de trabajo, la cantidad de iluminación de las superficies de cada punto para calcular la iluminación total en el plano de trabajo.



FIG. 61- PUNTOS DE LOCALIZACIÓN PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN.

Proyección de las sombras en un ambiente, cuando hay voladizo: La incidencia solar cambia en un ambiente cuando se coloca un voladizo, ya que éste no permite que los rayos solares penetren hasta el interior del ambiente, disminuyendo la iluminación que proviene del cielo.

La forma de ajuste para el voladizo para los efectos en la distribución de luz, se hace por medio de un "ambiente equivalente".

"Ambiente equivalente" se encuentra por dos pasos sencillos:

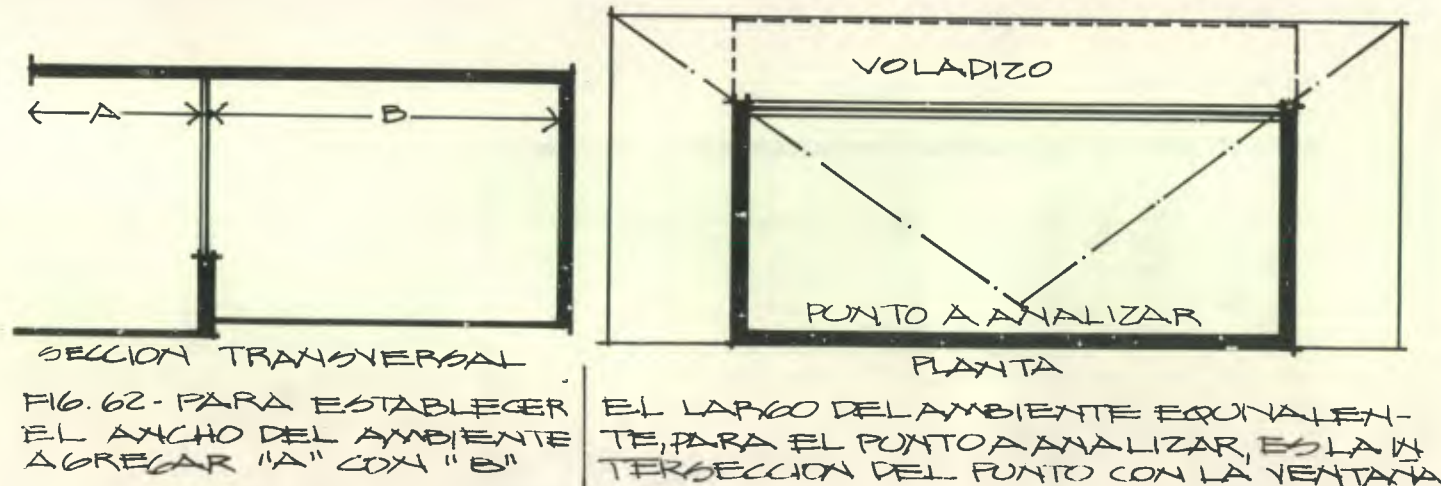
a- El ancho del voladizo es agregado al ancho del ambiente, por lo que el ambiente equivalente es tan ancho, como que si la ventana estuviera localizada al borde exterior del voladizo.

b- El largo del ambiente equivalente es determinado por la proyección de líneas desde el punto a analizar, con la intersección de las líneas de ventana. Entonces, el largo equivalente se considera como la continuación de la línea de voladizo paralela a la ventana hasta el punto de intersección con la línea que

viene desde el punto a analizar. Cuando el largo del ambiente equivalente sobrepasa los 12 metros, tomar los valores correspondientes de factor K y coeficiente de utilización para 12 metros en las tablas respectivas.

El alto del techo en el ambiente equivalente, será el mismo que el del ambiente original.

Para comprender con mayor claridad la forma de analizar la incidencia de luz solar, en un ambiente con voladizo, estudiar los ejemplos 4, 5 y 8 del presente capítulo.



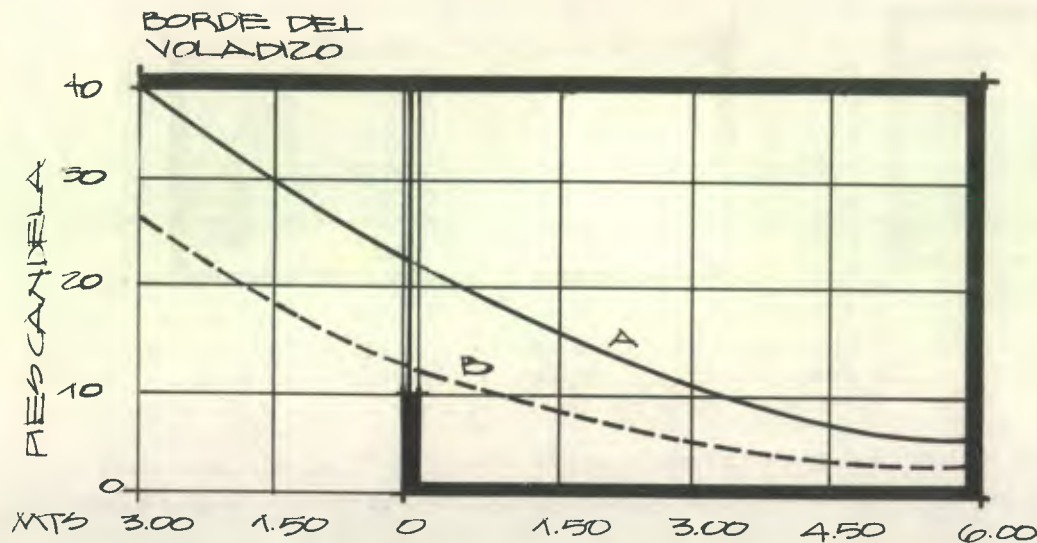
El área de transmisión de la ventana: En ambientes con voladizo; el sillar de la ventana no se toma en cuenta para el análisis de la iluminación reflejada de la tierra, asumiendo el alto de ventana de piso a cielo.

La altura normal del sillar distorsiona el análisis de la distribución de la luz solar, porque mucha de la luz proviene del reflejo de la tierra.

Para el análisis del área de transmisión de la luz (A_f), considerar el largo de la ventana, como el del largo del ambiente equivalente.

Aplicación de la fórmula de predicción: El coeficiente de utilización y el factor K, para el espacio equivalente son obtenidos de tablas. El análisis de iluminación del cielo (A), y de iluminación de la tierra (B), son desarrollados separadamente, usando la fórmula de predicción.

En lugar de sumar los resultados de estos dos análisis, considérese la iluminación máxima, media y mínima, como si la ventana estuviera en la línea exterior del voladizo, y la iluminación máxima, media y mínima del ambiente original pueden ser leídos en la gráfica.



Forma de encontrar la intensidad lumínica para un ambiente original: El total de iluminación planeada en el plano de trabajo, es la suma de la iluminación del cielo (A) con la de la tierra (B), haciendo un ajuste adicional, compensando el área de sombra que está bajo el voladizo.

FIG. 63-DISTRIBUCION DE LA ILUMINACION PARA EL AMBIENTE ORIGINAL.

Compensaciones para el área de sombra debajo del voladizo: Los diferentes factores multiplicados, necesitan ajustarse para tener una efectiva distribución de la iluminación en el plano de trabajo, y se consigue de la forma siguiente:

Determinar el factor variable de cada punto a predecir, restando el ancho de la sombra, del ancho del voladizo; el resultado se divide entre el punto de predicción de la sombra, permitiendo que el factor variable para ajustar la iluminación en el plano de trabajo en el punto máximo, medio y mínimo, se determine así:

$$\frac{A - B}{C + 6.13}$$

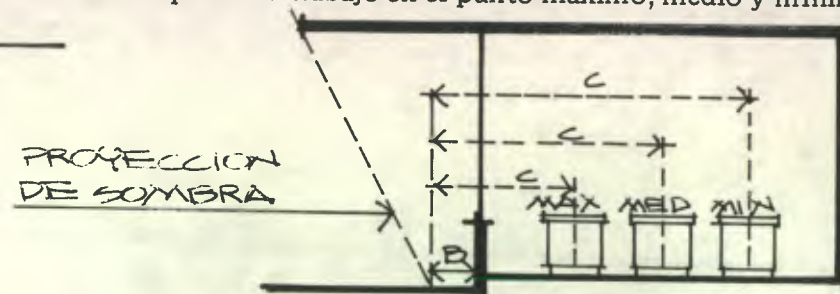


FIG. 64 - COMPENSACION PARA EL AREA DE SOMBRA

El factor XF: La variable de cada punto a analizar puede verse en la gráfica C. Para calcular el correspondiente factor, multiplicar XF por cada punto analizado; para corregir la iluminación total en el plano de trabajo.

Persianas Venecianas: Las tablas 9 y 12 dan el coeficiente de utilización que es necesario para la distribución de luz solar en los ambientes con control solar en las ventanas.

Ambientes con dos o más ventanas: Se obtiene la iluminación considerando cada ventana separadamente. Sumándose luego, los resultados de cada una. Si existen dos ventanas en paredes opuestas, el punto máximo de una ventana es el mínimo punto de la otra y viceversa.

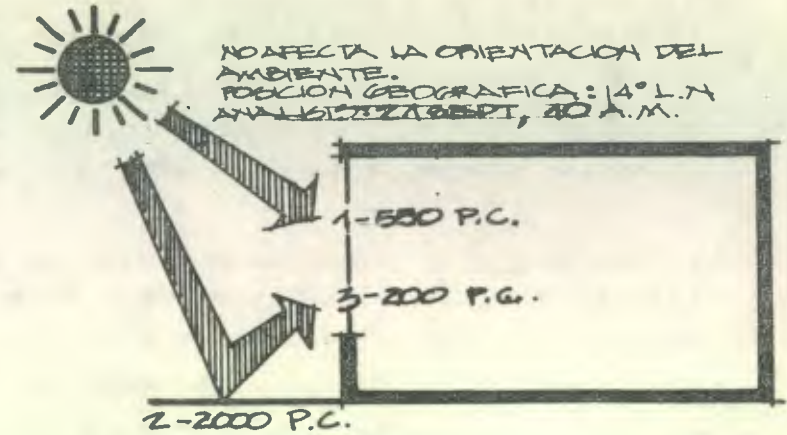
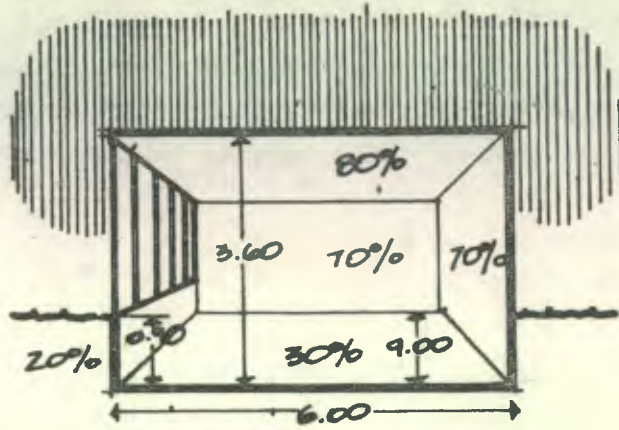
Nota importante: En todos los ejemplos que se exponen a continuación, se ha asumido que el vidrio es transparente, con un 100o/o de transmisión de luz. Cuando se emplee un vidrio especial hay que considerar el porcentaje de transmisión del vidrio junto al obtenido en la ventana. En el primer ejemplo, si se tiene un vidrio con 60o/o de transmisión, entonces la transmisión de luz por el área de ventana será: $A_f = 9.00 \times 2.70 \times 0.80 \times 0.60 = 11.62 \text{ mts}^2$.

APENDICE



EJEMPLO 1

**AMBIENTE CON UNA VENTANA.
CIELO TÍPICAMENTE NUBLADO**



1. CONDICIONES:

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE:

- LARGO - 9.00 MTS REFLEX. TECHO 80%
- ANCHO - 6.00 MTS REFLEX. PARED 70%
- ALTO - 3.60 MTS REFLEX. PISO 30%
- ALTO SILLAS .90 MTS REFLEX TIERRA 20%

SE DETERMINA LA FECHA PARA CIELO NUBLADO O CLARO POR MEDIO DE LA GRAFICA A.

TRANSMISION DE LUZ POR EL AREA DE VENTANA: ASUMIENDO QUE EL MARCO DE VENTANA OCUPA EL 20%, ENTONCES EL AREA DE VENTANA TRANSMITE EL 80% DE LUZ, ASI: $A_f = 9.00 \times 2.70 \times 0.80 = 19.44 \text{ MTS}^2$

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE:

1. LA LUZ DEL CIELO ES 550 PIES CANDELA (VER FIG B, CURVA IX)
2. LA ILUMINACION EN LA TIERRA ES 2000 PIES CANDELA (VER FIG B, CURVA VIII)
3. LA REFLEXION DE LA TIERRA ES 20% LA DISPONIBLE EN LA VENTANA, PROVENIENTE DE LA TIERRA ES 50% POR LO QUE: $.20 \times 2000 \times .50 = 200 \text{ PIES CANDELA}$

SE MULTIPLICA POR 50% PORQUE SE AGUMENTA LA ILUMINACION EN LA VENTANA COMO LA MITAD DE LA REFLEJADA DE LA TIERRA

2. COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K

PARA ILUMINACION DEL CIELO VER TABLA 1		PARA ILUMINACION DE LA TIERRA VER TABLA 5	
C.U	K _c	C.U	K _c
MAX - .0172	MAX - .11	MAX - .0092	MAX - .111
MED - .0091	MED - .111	MED - .0085	MED - .111
MIN - .0057	MIN - .111	MIN - .0074	MIN - .111

PARA ILUMINACION DEL CIELO VER TABLA 1		PARA ILUMINACION DE LA TIERRA VER TABLA 8	
C.U	K _c	C.U	K _c
MAX - .0172	MAX - .11	MAX - .0092	MAX - .111
MED - .0091	MED - .111	MED - .0085	MED - .111
MIN - .0057	MIN - .111	MIN - .0074	MIN - .111

3- CALCULO DE LA ILUMINACION MAXIMA, MEDIA Y MINIMA EN EL PLANO DE TRABAJO, PROVENIENTE DEL CIELO, Y DE LA TIERRA

- ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{is} \times X_A^2 \times C.U \times K_c$

$$E_{MAX} = 550 \times 19.44 \times 0.0172 \times .111 = 20.41 \text{ PIES CANDELA} = 204 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 550 \times 19.44 \times 0.0091 \times .111 = 10.79 \text{ PIES CANDELA} = 109 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 550 \times 19.44 \times 0.0057 \times .111 = 6.76 \text{ PIES CANDELA} = 68 \text{ LUXES}$$

- ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{is} \times X_A^2 \times C.U \times K_c$

$$E_{MAX} = 200 \times 19.44 \times 0.0092 \times .111 = 3.97 \text{ PIES CANDELA} = 40 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 200 \times 19.44 \times 0.0055 \times .111 = 3.66 \text{ PIES CANDELA} = 37 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 200 \times 19.44 \times 0.0074 \times .111 = 3.19 \text{ PIES CANDELA} = 32 \text{ LUXES}$$

4- ILUMINACION NATURAL, TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO: LA SUMA DE LA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO, Y DE LA TIERRA.

$$E_{MAX} = 20.41 + 3.97 = 24.38 \text{ PIES CANDELA} = 244 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 10.79 + 3.66 = 14.45 \text{ PIES CANDELA} = 145 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 6.76 + 3.19 = 9.95 \text{ PIES CANDELA} = 100 \text{ LUXES}$$

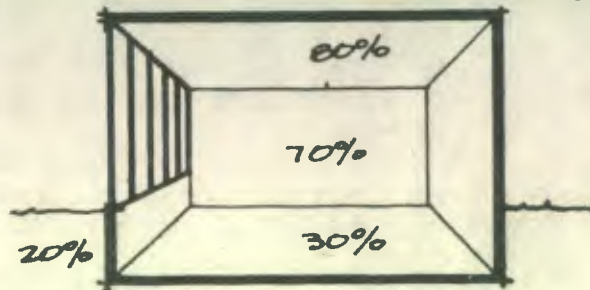
5- COMPROBACION

COMPARAR CON LAS TABLAS DE INTENSIDAD LUMINICA, LOS DATOS OBTENIDOS, SI ESTOS SON SUPERIORES A LOS REQUERIDOS, SE ACEPTAN LAS CONDICIONES PROPUESTAS, SI SON MENORES, CAMBIAR LOS DATOS DE LAS CONDICIONES COMO PUEDEN SER: TAMAÑO DE LA VENTANA, REFLEXION DE LAS PAREDES, PISO, TECHO, ETC.

EJEMPLO	2
---------	---

AMBIENTE CON UNA VENTANA
CIELO CLARO, SIN SOL DIRECTO

ALTITUD SOLAR 57°
POSICION GEOGRAFICA:
14° L.N.
ANALISIS 21 DE MARZO
10 A.M.



1 - CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

LARGO - 9.00 MTS

ANCHO - 6.00 MTS

ALTO - 3.60 MTS

ALTO DEL SILLAR 0.90 MTS

REFLEXION DEL TECHO 80%

REFLEXION DE LA PARED 70%

REFLEXION DEL PISO 30%

REFLEXION DE LA TIERRA 20%

SE DETERMINA LA FECHA PARA CIELO NUBLADO O CLARO POR MEDIO DE LA GRAFICA A.

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

1 ILUMINACION DEL CIELO: 125 P.C. (VER CURVA IV, FIG. D)

2 ILUMINACION EN LA TIERRA, PROVENIENTE DEL SOL = 7400 P.C. (VER FIGURA D)

3 ILUMINACION EN LA TIERRA, PROVENIENTE DEL CIELO = 1550 P.C. (VER CURVA VII, FIG. B)

ILUMINACION TOTAL EN LA TIERRA = 7400 + 1550 = 8950 P.C.

4 ILUMINACION EN LA VENTANA, PROVENIENTE DE LA TIERRA. LA REFLEXION EN LA TIERRA ES 20%, Y LA ILUMINACION EN LA VENTANA SE ASUME COMO EL 80% DEL BRILLO EN LA TIERRA, DONDE $8950 \times .20 \times .80 = 895$ PIES CAND.

TRANSMISION DE LUZ POR EL AREA DE VENTANA: $(A_f) = \text{ALTO DE LA VENTANA} \times \text{LARGO DE LA VENTANA}$, DONDE: EL MARCO DE LA VENTANA OCUPA EL 20%, Y EL AREA DE VENTANA TRANSMITIRA EL 80%, ENTONCES $A_f = 2.70 \text{ MTS} \times 9.00 \text{ MTS} \times .80 = 19.44 \text{ MTS}^2$

2- COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K

PARA ILUMINACION DEL CIELO

VER TABLA 3 C.U.	VER TABLA 7 K _c
MAX - 0.0129	MAX - 0.111
MED - 0.0090	MED - 0.111
MIN - 0.0071	MIN - 0.111

PARA ILUMINACION DE LA TIERRA

VER TABLA 4 C.U.	VER TABLA 8 K _c
MAX - 0.092	MAX - 0.111
MED - 0.085	MED - 0.111
MIN - 0.074	MIN - 0.111

3- DETERMINACION DE LA ILUMINACION DEL CIELO Y LA TIERRA EN EL PLANO DE TRABAJO

ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS, EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{is} \times A_p \times C.U. \times K_c$

$$E_{MAX} = 725 \times 19.44 \times 0.0129 \times 0.111 = 20.18 \text{ PIES CANDELA} = 202 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 725 \times 19.44 \times 0.0090 \times 0.111 = 14.07 \text{ PIES CANDELA} = 141 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 725 \times 19.44 \times 0.0071 \times 0.111 = 11.10 \text{ PIES CANDELA} = 111 \text{ LUXES}$$

ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS, EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{ig} \times A_p \times C.U. \times K_c$

$$E_{MAX} = 895 \times 19.44 \times 0.0092 \times 0.111 = 17.76 \text{ PIES CANDELA} = 178 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 895 \times 19.44 \times 0.0085 \times 0.111 = 16.45 \text{ PIES CANDELA} = 164 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 895 \times 19.44 \times 0.0074 \times 0.111 = 14.29 \text{ PIES CANDELA} = 143 \text{ LUXES}$$

4- ILUMINACION NATURAL, TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO: ES LA SUMA DE LA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO, Y DE LA TIERRA

$$E_{MAX} = 20.18 + 17.76 = 37.94 \text{ PIES CANDELA} = 380 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 14.07 + 16.41 = 30.48 \text{ PIES CANDELA} = 305 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 11.10 + 14.29 = 25.39 \text{ PIES CANDELA} = 254 \text{ LUXES}$$

5- COMPROBACION

COMPARAR CON LAS TABLAS DE INTENSIDAD LUMINICA LOS DATOS OBTENIDOS. SI ESTOS SON SUPERIORES A LOS REQUERIDOS EN LAS TABLAS, SE ACEPTAN LAS CONDICIONES PROPUESTAS. SI SON MENORES, CAMBIAR LOS DATOS DE LAS CONDICIONES, COMO PUEDEN SER TAMAÑO DE LA VENTANA, REFLEXION DE LAS PAREDES, PISO, TECHO, ETC. PARA INCREMENTAR LA INTENSIDAD LUMINICA.

SI EL VALOR DE LAS CONDICIONES NO SE PUEDE INCREMENTAR, HABRA NECESIDAD DE UTILIZAR ILUMINACION ARTIFICIAL DURANTE EL DIA, ESTIMANDOSE QUE LA INTENSIDAD REQUERIDA SERA LA DIFERENCIA DE: LAS QUE SE PIDEN EN LAS TABLAS Y LAS OBTENIDAS EN EL CALCULO DE LUZ NATURAL.

EJEMPLO

3

ALTA REFLEXION DEL CONCRETO
Y AREAS ADYACENTES AL AMBIENTE

1 CONDICIONES: TODAS LAS CONDICIONES FISICAS, ORIENTACION, POSICION DEL SOL Y LA ILUMINACION DISPONIBLE DEL AMBIENTE; SON IGUALES AL EJEMPLO 2.

LA ILUMINACION EN LA VENTANA, PROVENIENTE DEL CIELO ES AGU MIDA EN 725 PIES CANDELA (DE LA CURVA IV, FIG. B). LA ILUMINACION EN LA TIERRA ES DE 8950 PIES CANDELA. SE ANALIZARA LA ILUMINACION EN LA VENTANA, PROVENIENTE DE LA TIERRA QUE REFLEJA EL CONCRETO.

2- COMO CALCULAR LA ILUMINACION REFLEJADA DE LA TIERRA

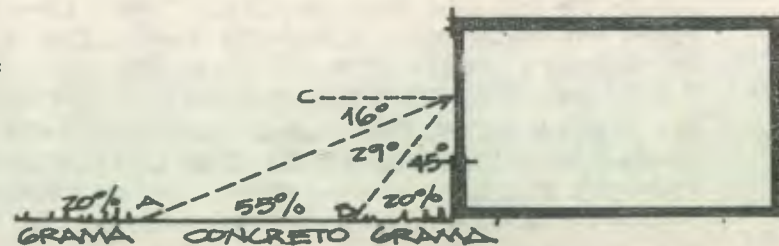
a- DIBUJE A ESCALA UNA SECCION DEL AMBIENTE, CON EL EXTERIOR, HASTA EL AREA DE CONCRETO. DIBUJE UNA LINEA (A) DESDE EL CENTRO DE LA VENTANA HASTA EL PUNTO MAS ALEJADO DEL CONCRETO. Y OTRA LINEA (B) EN EL PUNTO MAS CERCANO. POR ULTIMO, DIBUJE UNA LINEA PERPENDICULAR A LA VENTANA (C), EN EL MISMO ORIGEN QUE LAS OTRAS LINEAS

b- MIDA LOS TRES ANGULOS, POR LO QUE, LA ILUMINACION DE LA TIERRA ES INDIRECTA, Y LA ILUMINACION VARIARA EN FORMA PROPORCIONAL A LOS ANGULOS. APROXIMADAMENTE 1/3 DEL AREA DE CONCRETO TIENE 55% DE REFLEXION, EL OTRO 2/3 ES GRAMA CON 20% DE REFLEXION.

c- LA ILUMINACION DE LA TIERRA ES LA SIGUIENTE

$$8950 \times .5 \left[.55 \left(\frac{29}{90} \right) + .2 \left(\frac{16+45}{90} \right) \right] =$$

1342 PIES CANDELA



3- COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K

PARA ILUMINACION DEL CIELO

VER TABLA 3 VER TABLA 7

C.U.

MAX - 0.0129

MED - 0.0090

MIN - 0.071

K_c

MAX - 0.111

MED - 0.111

MIN - 0.111

PARA ILUMINACION DE LA TIERRA

VER TABLA 4 VER TABLA 8

C.U.

MAX - 0.0092

MED - 0.0085

MIN - 0.0074

K_c

MAX - 0.111

MED - 0.111

MIN - 0.111

4- DETERMINACION DE LA ILUMINACION DEL CIELO Y LA TIERRA EN EL PLANO DE TRABAJO

ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUBSTITUIR LOS VALORES EN CONTRADOS, EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{is} \times A_f \times C \cdot U \times K_c$

$$E_{MAX} = 725 \times 19.44 \times 0.0129 \times 0.111 = 19.22 \text{ PIES CANDELA} = 192 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 725 \times 19.44 \times 0.0090 \times 0.111 = 14.07 \text{ PIES CANDELA} = 141 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 725 \times 19.44 \times 0.0071 \times 0.111 = 10.95 \text{ PIES CANDELA} = 110 \text{ LUXES}$$

ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA: SUBSTITUIR LOS VALORES EN CONTRADOS, EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{ig} \times A_f \times C \cdot U \times K_c$

$$E_{MAX} = 1342 \times 19.44 \times 0.0092 \times 0.111 = 26.64 \text{ PIES CANDELA} = 266 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 1342 \times 19.44 \times 0.0065 \times 0.111 = 24.61 \text{ PIES CANDELA} = 246 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 1342 \times 19.44 \times 0.0074 \times 0.111 = 21.42 \text{ PIES CANDELA} = 214 \text{ LUXES}$$

5- ILUMINACION NATURAL, TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO: ES LA SUMA DE LA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO, Y DE LA TIERRA.

$$E_{MAX} = 19.22 + 26.64 = 45.86 \text{ PIES CANDELA} = 456 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 14.01 + 24.61 = 38.62 \text{ PIES CANDELA} = 386 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 10.95 + 21.42 = 32.37 \text{ PIES CANDELA} = 324 \text{ LUXES}$$

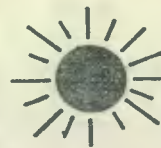
6 COMPROBACION

COMPARAR CON LAS TABLAS DE INTENSIDAD LUMINICA, LOS DATOS OBTENIDOS SI ESTOS SON SUPERIORES A LOS REQUERIDOS EN LAS TABLAS, SE ACEPTAN LAS CONDICIONES PROPUESTAS. SI SON MEJORES, CAMBIAR LOS DATOS DE LAS CONDICIONES, COMO PUEDEN SER: TAMAÑO DE LA VENTANA, REFLEXION DE LAS PAREDES, PISO, TECHO, ETC., PARA INCREMENTAR LA INTENSIDAD. SI EL VALOR DE LAS CONDICIONES NO SE PUEDE INCREMENTAR, HABRA NECESIDAD DE UTILIZAR ILUMINACION ARTIFICIAL DURANTE EL DIA, ESTIMANDOSE QUE LA INTENSIDAD REQUERIDA SERA LA DIFERENCIA DE LAS QUE SE PIDEN EN LAS TABLAS Y LAS OBTENIDAS EN EL CALCULO DE LUZ NATURAL

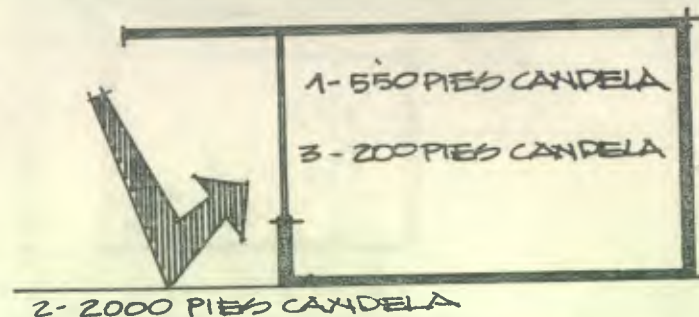
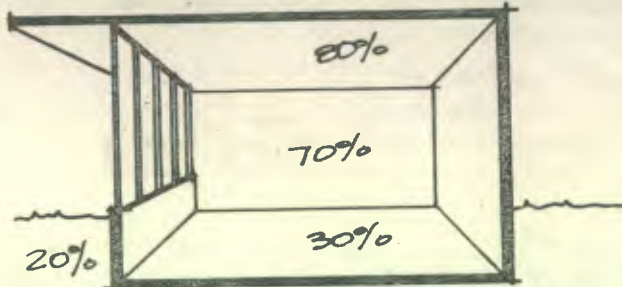
EJEMPLO 4

AMBIENTE CON UNA VENTANA Y VOLADIZO, CON CIELO NUBLADO

POSICION GEOGRAFICA
14° L.N.
ALTITUD SOLAR 57°
ANALISIS 21 SEPT.
10 A.M.



PARA LA ORIENTACION DEL AMBIENTE CON UN CIELO NUBLADO, NO AFECTA LA CANTIDAD DE LUZ SOLAR QUE LLEGA A LA VENTANA



1 - CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

LARGO - 9.00 MTS

ANCHO - 6.30 MTS

ALTO - 3.60 MTS

ALTO DEL SILLAR 0.90 MTS

REFLEXION DEL TECHO 80%

REFLEXION DE LA PARED 70%

REFLEXION DEL PISO 30%

REFLEXION DE LA TIERRA 20%

SE DETERMINA LA FECHA PARA CIELO NUBLADO O CLARO POR MEDIO DE LA GRAFICA A.

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

1 LA ILUMINACION VERTICAL PARA UN CIELO TÍPICAMENTE NUBLADO ES DE 800 PIES CAÑDELA (VER FIG B, CURVA IX)

2 LA ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA ES 2000 P.C. (CURVA VIII, FIG B.)

3 DONDE, LA TIERRA TIENE 20% DE REFLEXION, Y LA CANTIDAD DE ILUMINACION EN LA VENTANA SERA $0.20 \times 2000 \times 0.50 = 200$ P.C. (LA ILUMINACION EN LA VENTANA ES IGUAL AL 50% DEL BRILLO DE LA TIERRA)

2- ESTABLECER LAS DIMENSIONES DEL "AMBIENTE EQUIVALENTE"

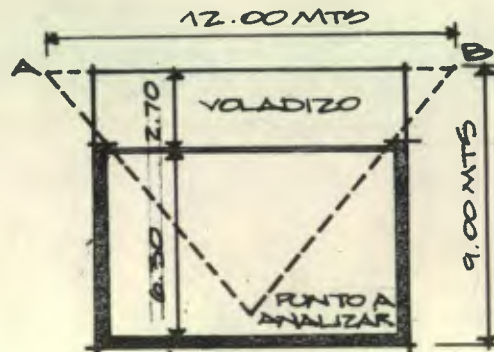
PASOS A SEGUIR:

a- AÑADIR AL ANCHO DEL AMBIENTE, EL ANCHO DEL VOLADIZO, PARA DETERMINAR EL ANCHO EQUIVALENTE.

b- PROYECTAR LAS LINEAS DESDE EL PUNTO A ANALIZAR HASTA LA ESQUINA DERECHA E IZQUIERDA DE LA VENTANA.

EL LARGO DEL AMBIENTE SERA LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LAS DOS LINEAS CON EL ROSTRO DEL VOLADIZO (A Y B).

CUANDO EL LARGO DEL AMBIENTE SOBREPASA LOS 12 MTS, SE UTILIZA EL COEFICIENTE DE UTILIZACION Y EL FACTOR K PARA 12 MTS, EN LAS TABLAS RESPECTIVAS.



DIMENSIONES DEL AMBIENTE
EQUVALENTE

LARGO 12 MTS

ANCHO 9 MTS

ALTO DEL TECHO 3.60 MTS

ALTO DEL SILLAR 0.90 MTS

PLANTA

AREA DE TRANSMISION DE LA VENTANA:

EL EFECTO DEL SILLAR EN LA ILUMINACION NATURAL PROVENIENTE DE LA TIERRA PARA ESTABLECER EL AMBIENTE EQUIVALENTE, ES DESPRECIABLE.

POR ESTA RAZON, SE ANALIZA INDEPENDIENTE DEL AREA DE TRANSMISION DE LA VENTANA, SIENDO ESTA

$$A_f = 12.00 \times 3.60 \times 0.80 = 34.56 \text{ MTS}^2$$

ADEMAS, SE CONSIDERA EL LARGO DEL AMBIENTE EQUIVALENTE, CON EL ALTO DE VENTANA, QUE VA DESDE LA ALTURA DE SILLAR HASTA EL TECHO, PARA DETERMINAR EL AREA DE TRANSMISION PARA LA LUZ PROVENIENTE DEL CIELO:

$$A_f = 12.00 \times 2.70 \times 0.80 = 25.92 \text{ MTS}^2$$

SE CONSIDERO EL 80% DE ILUMINACION DISPONIBLE, YA QUE EL MARCO DE VENTANA ABSORBE 20%.

3- COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K

PARA ILUMINACION DEL CIELO

VER TABLA 1

C.U

MAX - 0.0123

MED - 0.0031

MIN - 0.0018

VER TABLA 5

Kc

MAX - 0.111

MED - 0.111

MIN - 0.111

PARA ILUMINACION DE LA TIERRA

VER TABLA 4

C.U

MAX - 0.0069

MED - 0.0045

MIN - 0.0030

VER TABLA 8

Kc

MAX - 0.111

MED - 0.111

MIN - 0.111

4- DETERMINACION DE LA ILUMINACION EN EL PLANO DE TRABAJO PARA EL AMBIENTE EQUIVALENTE

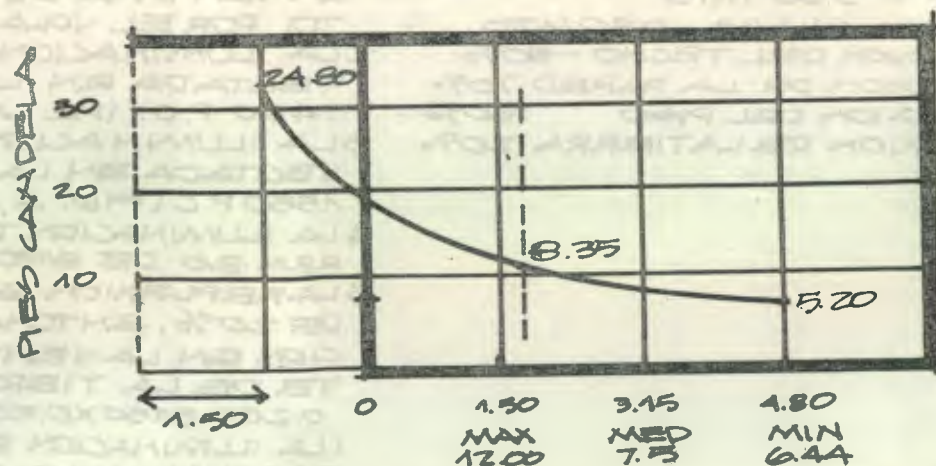
ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS, EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{is} \times A_f \times C.U. \times K_c$
 $E_{MAX} = 550 \times 25.92 \times 0.0123 \times 0.M = 19.46$ PIES CANDELA = 195 LUXES
 $E_{MED} = 550 \times 25.92 \times 0.0031 \times 0.M = 4.90$ PIES CANDELA = 49 LUXES
 $E_{MIN} = 550 \times 25.92 \times 0.0018 \times 0.M = 2.84$ PIES CANDELA = 29 LUXES

ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS, EN LA FORMULA $E_{wp} = E_{ig} \times A_f \times C.U. \times K_c$
 $E_{MAX} = 200 \times 34.56 \times 0.0069 \times 0.M = 5.29$ PIES CANDELA = 53 LUXES
 $E_{MED} = 200 \times 34.56 \times 0.0045 \times 0.M = 3.41$ PIES CANDELA = 35 LUXES
 $E_{MIN} = 200 \times 34.56 \times 0.0030 \times 0.M = 2.30$ PIES CANDELA = 23 LUXES

5- SUMAR LOS VALORES DE ILUMINACION DE AMBAS INCI-DENCIAS (TIERRA Y CIELO) PARA DETERMINAR EL VALOR TOTAL, EN EL PLANO DE TRABAJO DEL AMBIENTE EQUIVALENTE.

$E_{MAX} = 19.46 + 5.29 = 24.79$ PIES CANDELA = 248 LUXES
 $E_{MED} = 4.90 + 3.45 = 8.35$ PIES CANDELA = 83.5 LUXES
 $E_{MIN} = 2.84 + 2.30 = 5.20$ PIES CANDELA = 52 LUXES

6- PLOTTEAR LA DISTRIBUCION DE LOS PIES CANDELA OBTENIDOS PARA CALCULAR LA ILUMINACION EN EL PLANO DE TRABAJO DEL AMBIENTE ORIGINAL.

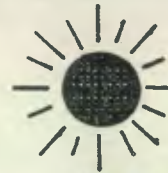


7- COMPROBACION

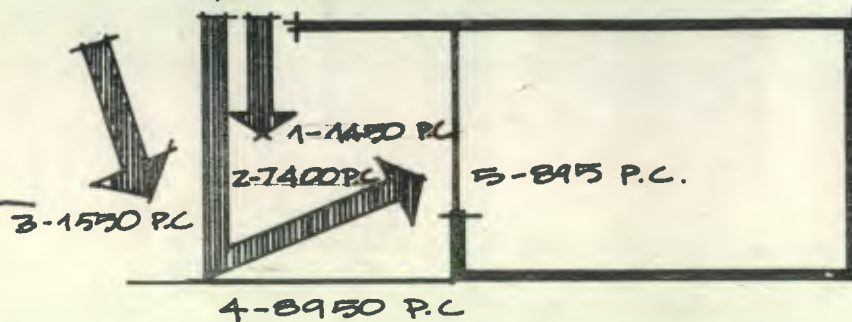
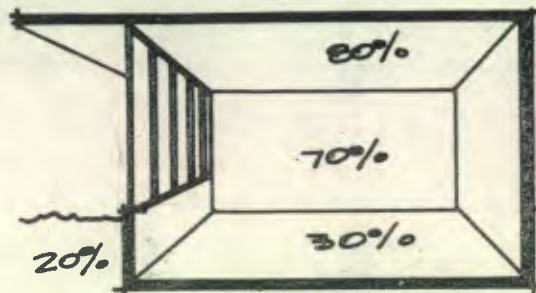
UTILIZAR EL PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN LOS EJEMPLOS ANTERIORES

EJEMPLO 5

AMBIENTE CON UNA VENTANA Y VOLADIZO, CIELO CLARO Y SOL QUE INCIDE DIRECTO AL VOLADIZO



POSICION GEOGRAFICA 14° L.N
ALTITUD SOLAR 57°
ANALISIS ZIDE MARZO 10AM.
FACHADA UBICADA AL S.E



1- CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

LARGO - 9.00 MTS

ANCHO - 6.30 MTS

ALTO - 3.60 MTS

ALTO DEL SILLAR - 0.90 MTS

REFLEXION DEL TECHO - 80%

REFLEXION DE LA PARED 70%

REFLEXION DEL PISO 30%

REFLEXION DE LA TIERRA 20%

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

- 1- LA ILUMINACION DEL CIELO CLARO EN EL BORDE DEL VOLADIZO, PARA UN PLANO PARALELO A LA VENTANA ES 1.50 P.C. (FIG. B-CURVA I). LA VENTANA ESTA SIN SOL DIRECTO, POR EL VOLADIZO.
- 2- LA ILUMINACION DEL SOL PROYECTADA EN LA TIERRA ES 7400 P.C. (DE LA FIG. D)
- 3- LA ILUMINACION DEL CIELO PROYECTADA EN LA TIERRA ES DE 1550 P.C. (FIG. A, CURVA VII).
- 4- LA ILUMINACION TOTAL EN LA TIERRA ES DE 8950 P.C.
- 5- LA REFLEXION EN LA TIERRA ES DE 20%, ENTONCES LA ILUMINACION EN LA VENTANA PROVENIENTE DE LA TIERRA SERA:
 $0.20 \times 8950 \times 0.50 = 895$ PIES CANDIA
 (LA ILUMINACION EN LA VENTANA ES IGUAL A LA MITAD DEL BRILLO QUE SE PRODUCE EN LA TIERRA)

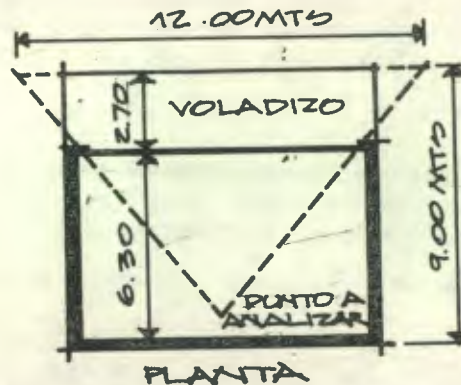
2- ESTABLECER LAS DIMENSIONES DEL AMBIENTE EQUIVALENTE

PASOS A SEGUIR:

a- AÑADIR AL ANCHO DEL AMBIENTE, EL ANCHO DEL VOLADIZO, PARA DETERMINAR EL ANCHO EQUIVALENTE.
b- PROYECTAR LAS LINEAS DESDE EL PUNTO A ANALIZAR HASTA LA ESQUINA DERECHA E IZQUIERDA DE LA VENTANA.

EL LARGO DEL AMBIENTE SERA LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LAS DOS LINEAS CON EL ROSTRO DEL VOLADIZO (A Y B)

CUANDO EL LARGO DEL AMBIENTE SOBREPASA LOS 12 MTS, SE UTILIZA EL COEFICIENTE DE UTILIZACION Y EL FACTOR K PARA 12 MTS, EN LAS TABLAS RESPECTIVAS.



DIMENSIONES DEL AMBIENTE EQUIVALENTE

LARGO 12 MTS

ANCHO 9 MTS

ALTO DEL TECHO 3.60 MTS

ALTO DEL SILLAR 0.90 MTS

AREA DE TRANSMISION DE LA VENTANA
EL EFECTO QUE PRODUCE EL SILLAR DE LA VENTANA EN LA ILUMINACION NATURAL PROVENIENTE DE LA TIERRA, PARA ESTABLECER EL AMBIENTE EQUIVALENTE ES DESPRECIABLE. POR ESTA RAZON, SE ANALIZA INDEPENDIEMENTE DEL AREA DE TRANSMISION DE LA VENTANA, SIENDO ESTA:

$$A_f = 12.00 \times 3.60 \times 0.80 = 34.56 \text{ MTS}^2$$

ADEMAS, SE CONSIDERA EL LARGO DEL AMBIENTE EQUIVALENTE, CON EL ALTO DE VENTANA QUE VA DESDE LA ALTURA DE SILLAR HASTA EL TECHO, PARA DETERMINAR EL AREA DE TRANSMISION PARA LA LUZ PROVENIENTE DEL CIELO

$$A_f = 12.00 \times 2.70 \times 0.80 = 25.92 \text{ MTS}^2$$

SE CONSIDERA EL 80% DE ILUMINACION DISPONIBLE, YA QUE EL MARCO DE VENTANA ABSORBE 20%

3- COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K

PARA ILUMINACION DEL CIELO

VER TABLAS VER TABLA 7

C.U.	Kc
MAX - 0.0088	MAX - 0.11
MED - 0.0041	MED - 0.11
MIN - 0.0029	MIN - 0.11

PARA ILUMINACION DE LA TIERRA

VER TABLA 4 VER TABLA 8

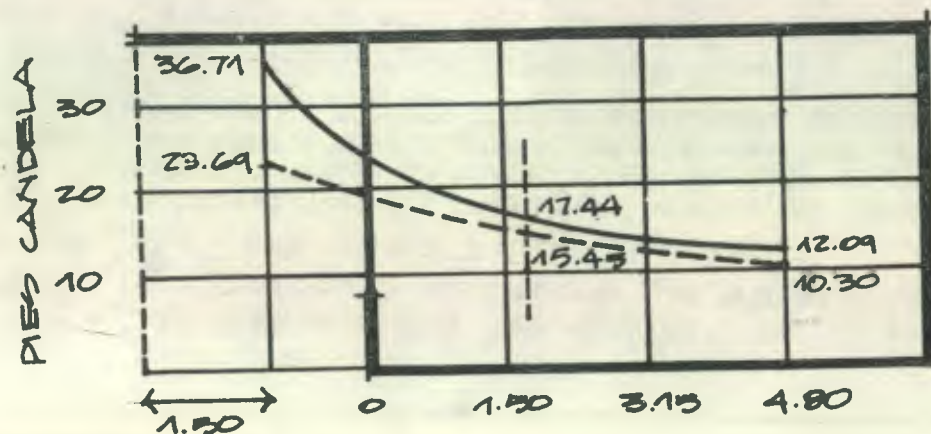
C.U.	Kc
MAX - 0.0069	MAX - 0.11
MED - 0.0045	MED - 0.11
MIN - 0.0030	MIN - 0.11

4- DETERMINACION DE LA ILUMINACION EN EL PLANO DE TRABAJO PARA EL AMBIENTE EQUIVALENTE

ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS EN LA FORMULA $E_{wp} = E_i \times A_f \times C.U. \times K_c$
 $E_{MAX} = 1150 \times 25.92 \times 0.0088 \times 0.11 = 36.71$ PIES CANDELA = 367 LUXES
 $E_{MED} = 1150 \times 25.92 \times 0.0041 \times 0.11 = 17.44$ PIES CANDELA = 171 LUXES
 $E_{MIN} = 1150 \times 25.92 \times 0.0029 \times 0.11 = 12.09$ PIES CANDELA = 121 LUXES

ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS EN LA FORMULA $E_{wp} = E_i \times A_f \times C.U. \times K_c$
 $E_{MAX} = 895 \times 34.56 \times 0.0069 \times 0.11 = 23.69$ PIES CANDELA = 237 LUXES
 $E_{MED} = 895 \times 34.56 \times 0.0045 \times 0.11 = 15.45$ PIES CANDELA = 155 LUXES
 $E_{MIN} = 895 \times 34.56 \times 0.0030 \times 0.11 = 10.30$ PIES CANDELA = 103 LUXES

5- PLOTEAR LA ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA Y EL CIELO POR SEPARADO PARA EL AMBIENTE EQUIVALENTE, PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCION CORRESPONDIENTE EN EL AMBIENTE ORIGINAL



6- COMPENSACION PARA EL AREA DE SOMBRA PROYECTADA ABAJO DEL VOLADIZO

COMO EL AREA ABAJO DEL VOLADIZO RECIBE ILUMINACION INDIRECTA DEL SOL, LA ILUMINACION DE LA TIERRA TIENE QUE CORREGIRSE, MULTIPLICANDOLA POR UN FACTOR PARA LOS PUNTOS A ANALIZAR.

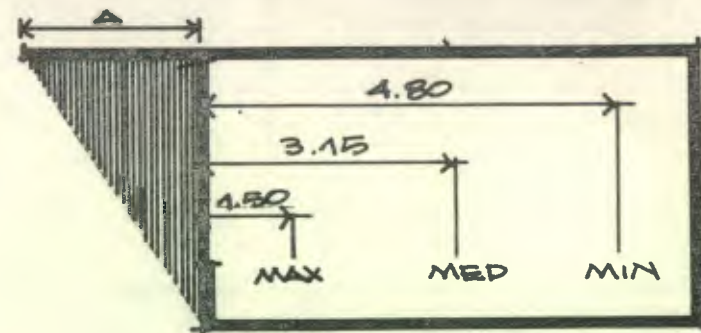
LA FORMA DE DETERMINAR LA VARIABLE DE CADA PUNTO SE OBTIENE RESTANDO EL ANCHO DE LA SOMBRA (B) DEL ANCHO DEL VOLADIZO (A) Y DIVIDIENDO EL RESULTADO ENTRE LA DISTANCIA DEL PUNTO A ANALIZAR Y EL PUNTO DE LA SOMBRA, ESTA DISTANCIA SE SUMA CON UNA CONSTANTE QUE ES 6.3

$$\frac{A - B}{\text{DISTANCIA DEL PUNTO A LA SOMBRA} + 6.13}$$

$$\text{MAX} = \frac{3.00 - 0}{1.5 + 6.13} = 0.36$$

$$\text{MED} = \frac{3.00 - 0}{3.15 + 6.13} = 0.295$$

$$\text{MIN} = \frac{3.00 - 0}{4.80 + 6.13} = 0.25$$



B ANCHO DE LA SOMBRA

CALCULAR EL FACTOR XF, EN LA FIG C, PARA CADA PUNTO.
 MAX X.F = 1.6 MED X.F = 1.5 MIN X.F = 1.3

7- CORREGIR LOS VALORES DE ILUMINACION DE LA TIERRA

$$E_{\text{MAX}} = 16.00 \times 1.60 = 25.60 \text{ PIES CANDELA} = 256 \text{ LUXES}$$

$$E_{\text{MED}} = 12.00 \times 1.50 = 18.00 \text{ PIES CANDELA} = 180 \text{ LUXES}$$

$$E_{\text{MIN}} = 10.30 \times 1.30 = 13.39 \text{ PIES CANDELA} = 134 \text{ LUXES}$$

8- SUMAR LOS VALORES DE ILUMINACION DE LA TIERRA Y EL CIELO, PARA ENCONTRAR LOS VALORES TOTALES EN EL PLANO DE TRABAJO

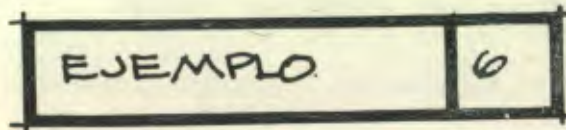
$$E_{\text{MAX}} = 25.60 + 18.00 = 43.60 \text{ PIES CANDELA} = 436 \text{ LUXES}$$

$$E_{\text{MED}} = 18.00 + 15.00 = 33.00 \text{ PIES CANDELA} = 330 \text{ LUXES}$$

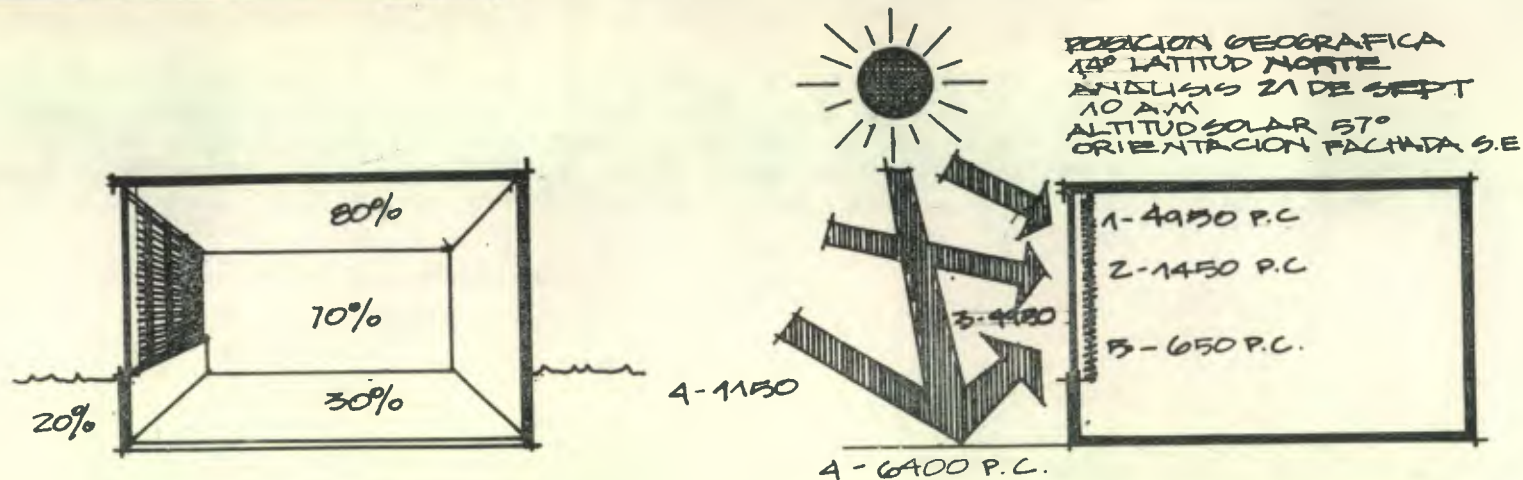
$$E_{\text{MIN}} = 13.39 + 12.09 = 25.48 \text{ PIES CANDELA} = 255 \text{ LUXES}$$

9- COMPROBACION

UTILIZAR EL METODO EMPLEADO EN LOS EJEMPLOS ANTERIORES



AMBIENTE CON UNA VENTANA Y PERSIANAS VENECIANAS



POSICION GEOGRAFICA
44° LATITUD NORTE
ANÁLISIS 21 DE SEPT
10 A.M.
ALTITUD SOLAR 57°
ORIENTACION FACHADA S.E.

1- CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

LARGO - 9.00 MTS
ANCHO - 6.00 MTS
ALTO - 3.60 MTS
ALTO DEL SILLAR 0.90 MTS
REFLEXION DEL TECHO 80%
REFLEXION DE LA PARED 70%
REFLEXION DEL PISO 30%
REFLEXION DE LA TIERRA 20%

LAS PERSIANAS VENECIANAS ESTAN DISEÑADAS PARA QUE A UN ANGULO DE 45° DE INCLINACION NO INCIDA LA LUZ SOLAR AL AMBIENTE

AREA DE TRANSMISION DE LA VENTANA:

$A_f = 9.00 \times 2.70 \times 0.80 = 19.44 \text{ MTS}^2$
(EL 80% DE VENTANA TRANSMITE ILUMINACION, EL 20% SE CONSIDERA MARCO).

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

- 1- DETERMINAR LA ILUMINACION DE LOS RAYOS SOLARES QUE INCIDEN PERPENDICULARMENTE A LA VENTANA (FIG. D). MULTIPLICADO LA INTENSIDAD OBTENIDA POR EL COSENO DEL ANGULO DE LA INCIDENCIA DEL SOL EN LA VENTANA:
 $9000 \times \cos 57^\circ = 9000 \times 0.55 = 4950 \text{ P.C.}$
- 2- ILUMINACION EN LA VENTANA DEL CIELO CLARO (FIG B, CURVA I)
1450 PIES CANDELA
LA ILUMINACION DEL SOL Y DEL CIELO: $4950 + 1450 = 6400 \text{ P.C.}$
- 3- ILUMINACION EN LA TIERRA DEL SOL, IGUAL A LA INCIDENTE EN LA VENTANA = 4950 P.C.
- 4- ILUMINACION EN LA TIERRA PROVENIENTE DEL SOL Y DEL CIELO = $4950 + 1550$ (FIG B, CURVA VII) = 6500 PIES CANDELA
- 5- ILUMINACION EN LA VENTANA PROVENIENTE DE LA TIERRA = $6500 \times 0.20 \times 0.50 = 650 \text{ P.C.}$

2- COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTORES K

PARA ILUMINACION DEL CIELO
VERTABLA 9 VERTABLA 10 VERTABLA 11

C.U	Kc	KL-W
MAX-0.0345	MAX-0.107	MAX-0.0353
MED-0.0304	MED-0.099	MED-0.0376
MIN-0.0225	MIN-0.093	MIN-0.0380

PARA ILUMINACION DE LA TIERRA
VER TABLA 12 VER TABLA 13 VER TABLA 14

C.U.	Kc	KL-W
MAX-0.141	MAX-0.117	MAX-0.0353
MED-0.118	MED-0.106	MED-0.0373
MIN-0.096	MIN-0.099	MIN-0.0387

3- DETERMINACION DE LA ILUMINACION DEL CIELO Y LA TIERRA EN EL PLANO DE TRABAJO

ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS Y APLICARLOS A LA FORMULA $E_{wp} = E_{is} \times A_f \times C.U \times K_c \times K_{L-W}$

$E_{MAX} = 6400 \times 19.44 \times 0.0345 \times 0.107 \times 0.0353 = 16.21$ P.C. = 162 LUXES
 $E_{MED} = 6400 \times 19.44 \times 0.0304 \times 0.099 \times 0.0376 = 14.08$ P.C. = 141 LUXES
 $E_{MIN} = 6400 \times 19.44 \times 0.0225 \times 0.093 \times 0.0380 = 9.89$ P.C. = 99 LUXES

ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA: SUBSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS Y APLICARLOS A LA FORMULA $E_{wp} = E_{ig} \times A_f \times C.U \times K_c \times K_{L-W}$

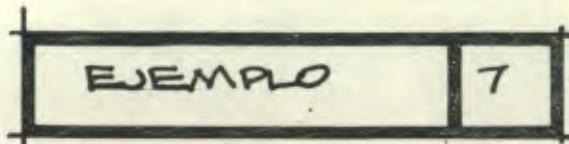
$E_{MAX} = 650 \times 19.44 \times 0.141 \times 0.117 \times 0.0353 = 7.35$ P.C. = 74 LUXES
 $E_{MED} = 650 \times 19.44 \times 0.118 \times 0.106 \times 0.0373 = 5.89$ P.C. = 59 LUXES
 $E_{MIN} = 650 \times 19.44 \times 0.096 \times 0.099 \times 0.0387 = 4.64$ P.C. = 47 LUXES

4- ILUMINACION NATURAL, TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO: ES LA SUMA DE LA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO Y LA TIERRA

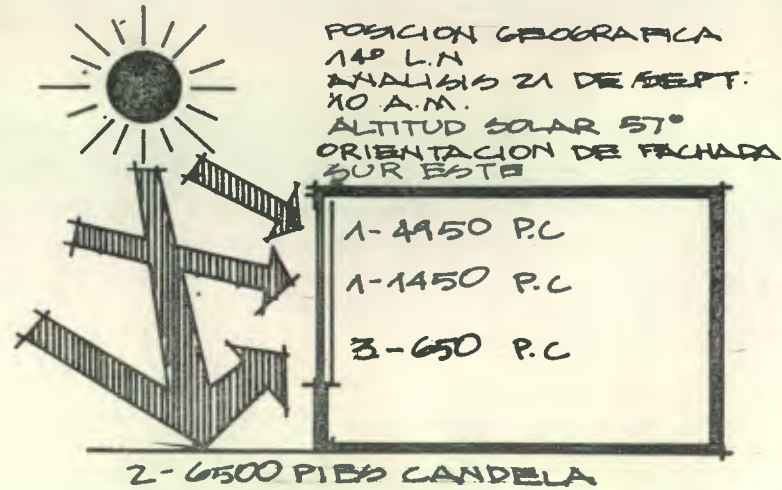
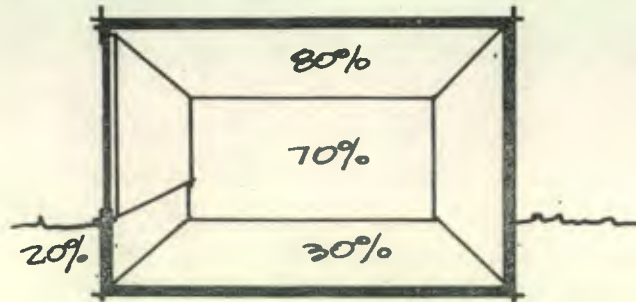
$E_{MAX} = 16.21 + 7.35 = 23.56$ PIES CANDELA = 236 LUXES
 $E_{MED} = 14.08 + 5.89 = 19.97$ PIES CANDELA = 200 LUXES
 $E_{MIN} = 9.89 + 4.64 = 14.53$ PIES CANDELA = 145 LUXES

5- COMPROBACION

COMPARAR CON LAS TABLAS DE INTENSIDAD LUMINICA LOS DATOS OBTENIDOS. SI ESTOS SON SUPERIORES A LOS REQUERIDOS EN LAS TABLAS SE ACEPTAN LAS CONDICIONES PROPUESTAS. SI SON MENORES, CAMBIAR LOS DATOS DE LAS CONDICIONES, COMO PUEDEN SER TAMAÑO DE LA VENTANA, REFLEXION DE LAS PAREDES, PISO, TECHO, ETC. PARA INCREMENTAR LA INTENSIDAD LUMINICA NATURAL SI EL VALOR DE LAS CONDICIONES NO SE PUEDE INCREMENTAR, HABRA NECESIDAD DE UTILIZAR ILUMINACION ARTIFICIAL DURANTE EL DIA, ESTIMANDOSE QUE LA INTENSIDAD REQUERIDA SERA LA LA DIFERENCIA DE: LAS QUE SE PIDEN EN LAS TABLAS Y LAS OBTENIDAS EN EL CALCULO DE LUZ NATURAL.



AMBIENTE CON UNA VENTANA Y DIFUSOR DE LUZ SOLAR



1- CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

LARGO - 9.00 MTS

ANCHO - 6.00 MTS

ALTO - 3.00 MTS

ALTO DEL GILAR - 0.90 MTS

REFLEXION DEL TECHO 80%

REFLEXION DE LA PARED 70%

REFLEXION DEL PISO 30%

REFLEXION DE LA TIERRA 20%

* SE ESCOGIO UNA HOJA DIFUSORA QUE TRANSMITE 10% DE ILUMINACION.

AREA DE TRANSMISION DE LA VENTANA

$$A_f = 9.00 \times 2.70 \times 0.80 = 19.44 \text{ MTS}^2$$

(20% DE VENTANA ES MARCO, EL RESTO, 80%, TRANSMITE LUZ)

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

LAS CONDICIONES DEL SOL Y DEL CIELO, LA ORIENTACION DEL AMBIENTE Y LA ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE, SON IGUALES AL EJEMPLO 6

1- ILUMINACION EN LA VENTANA Y DEL SOL Y DEL CIELO = 6400 P.C.

2- ILUMINACION EN LA TIERRA DEL SOL Y DEL CIELO = 6500 P.C.

3- ILUMINACION EN LA VENTANA PROVENIENTE DE LA TIERRA = 650 PIES CANDELA

4- ILUMINACION TOTAL EN LA VENTANA PROVENIENTE DEL SOL, CIELO Y TIERRA = 7050 P.C., COMO LA HOJA DIFUSORA DE CONTROL SOLAR, TRANSMITE LA MITAD DE ILUMINACION PARA UN CIELO UNIFORME, Y LA OTRA MITAD (3525) PARA UNA SUPERFICIE DE LA TIERRA UNIFORME. $(400 + 650 = 7050 \div 2 = 3525)$

2- COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K

PARA ILUMINACION DEL CIELO
VER TABLA 2 VER TABLA 6

C.U	Kc
MAX - 0.0157	MAX - 0.111
MED - 0.0099	MED - 0.111
MIN - 0.0072	MIN - 0.111

PARA ILUMINACION DE LA TIERRA
VER TABLA 4 VER TABLA 8

C.U	Kc
MAX - 0.0092	MAX - 0.111
MED - 0.0085	MED - 0.111
MIN - 0.0074	MIN - 0.111

3- DETERMINACION DE LA ILUMINACION DEL CIELO Y LA TIERRA EN EL PLANO DE TRABAJO

ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO: SUSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS Y APLICARLOS A LA FORMULA $E_{wp} = E_{i2} \times A_f \times C.U \times K_c \times T_r^*$

$$E_{MAX} = 3525 \times 19.44 \times 0.0157 \times 0.111 \times 0.10 = 11.94 \text{ P.C.} = 11.94 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 3525 \times 19.44 \times 0.0099 \times 0.111 \times 0.10 = 7.53 \text{ P.C.} = 7.53 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 3525 \times 19.44 \times 0.0072 \times 0.111 \times 0.10 = 5.47 \text{ P.C.} = 5.47 \text{ LUXES}$$

ILUMINACION PROVENIENTE DE LA TIERRA = SUSTITUIR LOS VALORES ENCONTRADOS Y APLICARLOS A LA FORMULA $E_{wp} = E_{i2} \times A_f \times C.U \times K_c \times T_r^*$

$$E_{MAX} = 3525 \times 19.44 \times 0.0092 \times 0.111 \times 0.10 = 6.99 \text{ P.C.} = 70 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 3525 \times 19.44 \times 0.0085 \times 0.111 \times 0.10 = 6.40 \text{ P.C.} = 65 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 3525 \times 19.44 \times 0.0074 \times 0.111 \times 0.10 = 5.62 \text{ P.C.} = 56 \text{ LUXES}$$

4- ILUMINACION NATURAL TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO: ES LA SUMA DE LA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO Y LA TIERRA

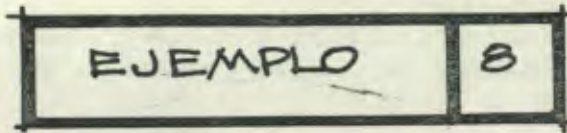
$$E_{MAX} = 11.94 + 6.99 = 18.93 \text{ PIES CANDELA} = 190 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 7.53 + 6.40 = 13.99 \text{ PIES CANDELA} = 140 \text{ LUXES}$$

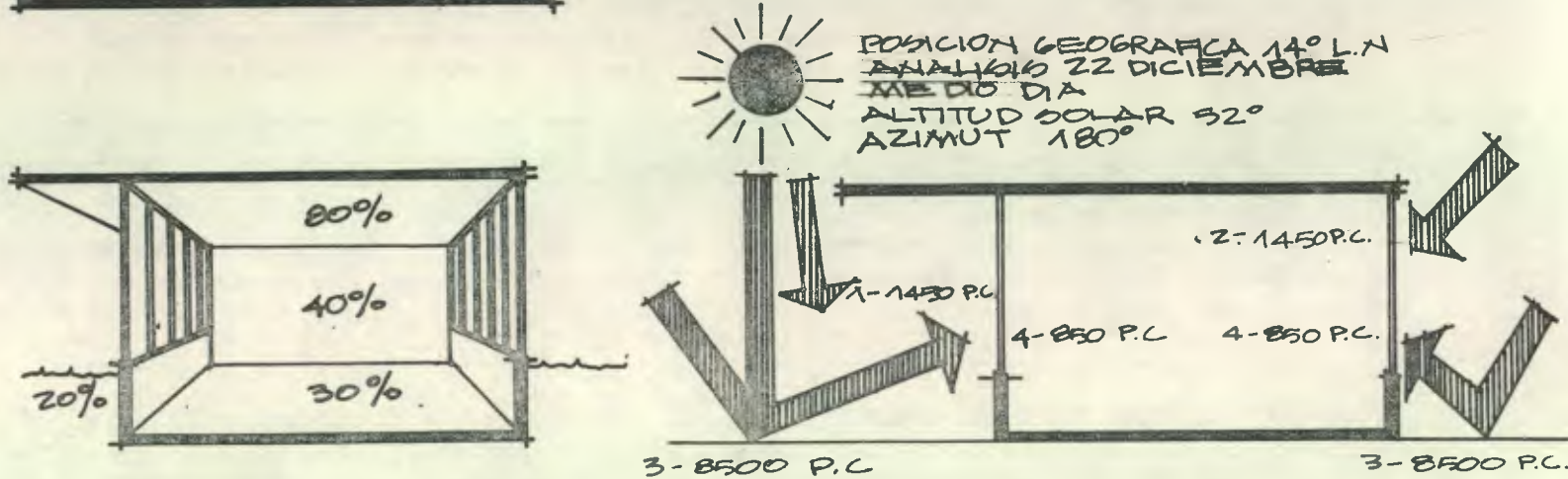
$$E_{MIN} = 5.47 + 5.62 = 11.09 \text{ PIES CANDELA} = 110 \text{ LUXES}$$

5- COMPROBACION

COMPARAR CON LAS TABLAS DE INTENSIDAD LUMINICA LOS DATOS OBTENIDOS. SI ESTOS SON SUPERIORES A LOS REQUERIDOS EN LAS TABLAS, SE ACEPTAN LAS CONDICIONES PROPUESTAS. SI SON MENORES, CAMBIAR LOS DATOS DE LAS CONDICIONES COMO PUEDES, SER TAMANO DE LA VENTANA, REFLEXION DE LAS PAREDES, PISO, TECHO, ETC.. PARA INCREMENTAR LA INTENSIDAD LUMINICA. SI EL VALOR DE LAS CONDICIONES NO SE PUEDE INCREMENTAR, HABRA NECESIDAD DE UTILIZAR ILUMINACION ARTIFICIAL DURANTE EL DIA, ESTIMANDOSE QUE LA INTENSIDAD REQUERIDA SERA LA DIFERENCIA DE: LA QUE SE PIDE EN LAS TABLAS Y LA OBTENIDA EN EL CALCULO DE LUZ NATURAL.



AMBIENTE CON DOS VENTANAS Y VOLADIZO EN UNA DE ELLAS, COLOCADO EN EL SUR



1- CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

LARGO - 9.00 MTS
ANCHO - 9.00 MTS
ALTO - 3.00 MTS
ALTO DEL SILLAR - 0.90 MTS
REFLEXION DEL TECHO - 80%
REFLEXION DE LA PARED 40%
REFLEXION DEL PISO 30%
REFLEXION DE LA TIERRA 20%
ANCHO DEL VOLADIZO - 2.40 MTS

COMO EL AMBIENTE TIENE DOS VENTANAS, EL PROMEDIO DE LA REFLEXION DE LAS PAREDES SE CONSIDERA DE UN 30%

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

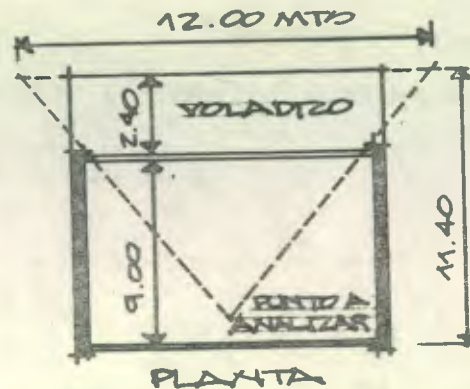
- 1- ILUMINACION DEL CIELO EN EL BORDE DEL VOLADIZO, FACHADA AL SUR (CURVA I, FIG B) 7450 P.C. EL VOLADIZO PROTEGE COMPLETAMENTE A LA VENTANA.
- 2- LA ILUMINACION EN LA VENTANA NORTE ES DE 1450 P.C (CURVA VI, FIG B), PROVENIENTE DEL CIELO
- 3- LA ILUMINACION EN LA TIERRA, PROVENIENTE DEL CIELO ES 1500 P.C. (CURVA VII, FIG B) Y 7000 DEL CIELO (FIG. D), LA TOTAL ES 8500 P.C
- 4- LA ILUMINACION TOTAL EN LA VENTANA, PROVENIENTE DE LA TIERRA ES $(1500 + 7000) \times 20\% \times 80 = 880$ PIES CANDELA (LA ILUMINACION EN LA VENTANA ES IGUAL A LA MITAD DEL BRILLO DE LA TIERRA)

2- ESTABLECER LAS DIMENSIONES DEL AMBIENTE EQUIVALENTE (DEBIDO A QUE HAY VOLADIZO EN 1 VENTANA)

PASOS A SEGUIR:

1- AÑADIR AL ANCHO DEL AMBIENTE, EL ANCHO DEL VOLADIZO,

PARA DETERMINAR EL ANCHO EQUIVALENTE.
 b. PROYECTAR LAS LINEAS DESDE EL PUNTO A ANALIZAR HASTA LA ESQUINA DERECHA E IZQUIERDA DE LA VENTANA.
 EL LARGO DEL AMBIENTE SERA LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LAS DOS LINEAS CON EL ROSTRO DEL VOLADIZO (A Y B)



DIMENSIONES DEL AMBIENTE EQUIVALENTE

LARGO 12 MTS
 ANCHO 11.40 MTS
 ALTO DEL TECHO 3.00 MTS
 ALTO DEL SILLAR 0.90 MTS
 ANCHO DEL VOLADIZO 2.40 MTS

3- AREAS DE TRANSMISION DE LA VENTANA

LAS DOS VENTANAS TIENEN EL LARGO COMPLETO DE PARED Y EL ALTO ES DESDE EL SILLAR HASTA EL TECHO CON UN AREA DE TRANSMISION DE LUZ DE 80%, YA QUE EL MARCO ABSORBE 20%

- VENTANA HACIA EL SUR

AREA DE TRANSMISION PARA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO

$$A_f = 12 \times 2.10 \times 0.80 = 20.16 \text{ MTS}^2$$

EL EFECTO QUE PRODUCE EL SILLAR DE LA VENTANA EN LA ILUMINACION NATURAL PROVENIENTE DE LA TIERRA, PARA ESTABLECER EL AMBIENTE EQUIVALENTE ES DESPRECIABLE. CONSIDERANDO EL ALTO DE VENTANA DE 3.00 MTS PARA DETERMINAR EL AREA DE TRANSMISION

$$A_f = 12.00 \times 3.00 \times 0.80 = 28.80 \text{ MTS}^2$$

- VENTANA HACIA EL NORTE

AREA DE TRANSMISION PARA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO Y LA TIERRA

$$A_f = 9.00 \times 2.10 \times 0.80 = 15.12 \text{ MTS}^2$$

4- COEFICIENTES DE UTILIZACION Y FACTORES K

HACIA EL SUR USAR LAS DIMENSIONES DEL AMBIENTE EQUIVALENTE
 HACIA EL NORTE USAR LAS DIMENSIONES DEL AMBIENTE ORIGINAL
 PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE UTILIZACION Y LOS FACTORES K

- PARA ILUMINACION DEL CIELO

VENTANA SUR

VER TABLA 3

C.U.

MAX - 0.0082

MED - 0.0023

MIN - 0.0012

VERTABLA 7

Kc

MAX - 0.133

MED - 0.120

MIN - 0.119

VENTANA NORTE

VER TABLA 3 VER TABLA 7

C.U.

MAX - 0.0108

MED - 0.0039

MIN - 0.0021

Kc

MAX - 0.130

MED - 0.129

MIN - 0.126

- PARA ILUMINACION DE LA TIERRA

VENTANA SUR

VER TABLA 4

C.U.

MAX - 0.0062

MED - 0.0026

MIN - 0.0012

VER TABLA 8

Kc

MAX - 0.142

MED - 0.107

MIN - 0.100

VENTANA NORTE

VER TABLA 4 VER TABLA 8

C.U.

MAX - 0.0079

MED - 0.0043

MIN - 0.0021

Kc

MAX - 0.143

MED - 0.112

MIN - 0.105

5- DETERMINAR LA ILUMINACION PROVENIENTE DEL CIELO Y LA TIERRA PARA CADA PUNTO DEL PLANO DE TRABAJO

- PARA ILUMINACION DEL CIELO

VENTANA SUR - APLICAR LOS VALORES OBTENIDOS EN LA FORMULA
 LA $E_{WP} = E_{iS} \times A_f \times C.U. \times K_c$

$$E_{MAX} = 1450 \times 20.16 \times 0.0082 \times 0.133 = 31.88 \text{ PIES CANDELA} = 319 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 1450 \times 20.16 \times 0.0023 \times 0.120 = 8.06 \text{ PIES CANDELA} = 80 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 1450 \times 20.16 \times 0.0012 \times 0.119 = 4.17 \text{ PIES CANDELA} = 42 \text{ LUXES}$$

VENTANA NORTE - APLICAR LOS VALORES OBTENIDOS EN LA FORMULA
 LA $E_{WP} = E_{iN} \times A_f \times C.U. \times K_c$

$$E_{MAX} = 1450 \times 15.12 \times 0.0108 \times 0.130 = 30.78 \text{ PIES CANDELA} = 308 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 1450 \times 15.12 \times 0.0039 \times 0.129 = 11.02 \text{ PIES CANDELA} = 110 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 1450 \times 15.12 \times 0.0021 \times 0.126 = 5.80 \text{ PIES CANDELA} = 58 \text{ LUXES}$$

- PARA ILUMINACION DE LA TIERRA

VENTANA SUR - APLICAR LOS VALORES OBTENIDOS EN LA FORMULA
 LA $E_{WP} = E_{iS} \times A_f \times C.U. \times K_c$

$$E_{MAX} = 850 \times 28.80 \times 0.0062 \times 0.142 = 21.52 \text{ PIES CANDELA} = 215 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 850 \times 28.80 \times 0.0026 \times 0.107 = 6.81 \text{ PIES CANDELA} = 68 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 850 \times 28.80 \times 0.0012 \times 0.100 = 2.93 \text{ PIES CANDELA} = 29 \text{ LUXES}$$

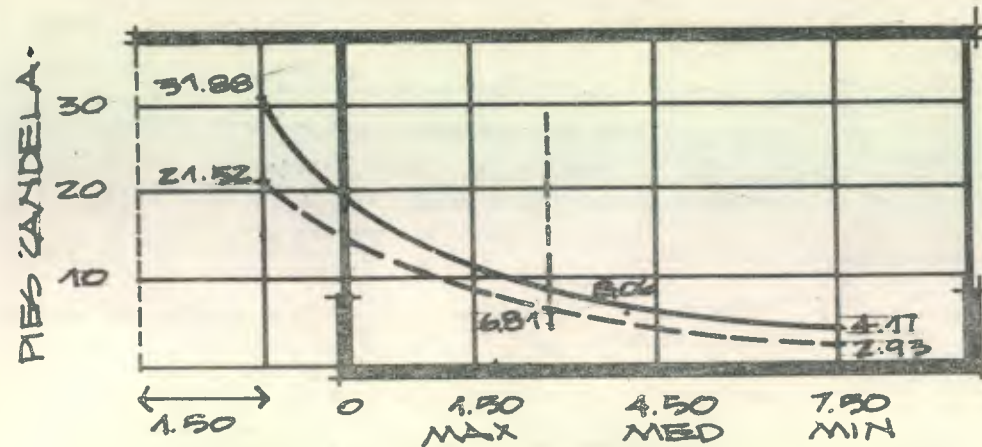
VENTANA NORTE - APLICAR LOS VALORES OBTENIDOS EN LA FORMULA
 LA $E_{WP} = E_{iN} \times A_f \times C.U. \times K_c$

$$E_{MAX} = 850 \times 15.20 \times 0.0079 \times 0.143 = 14.59 \text{ PIES CANDELA} = 146 \text{ LUXES}$$

$$E_{MED} = 850 \times 15.20 \times 0.0043 \times 0.112 = 6.22 \text{ PIES CANDELA} = 62 \text{ LUXES}$$

$$E_{MIN} = 850 \times 15.20 \times 0.0021 \times 0.105 = 2.84 \text{ PIES CANDELA} = 29 \text{ LUXES}$$

6- PLOTEAR LA ILUMINACION OBTENIDA EN LA VENTANA SUR PARA EL AMBIENTE EQUINOCTE



ILUMINACION DEL CIELO
 MAX - 13.80 PIES CANDELA
 MED - 8.00 PIES CANDELA
 MIN - 4.17 PIES CANDELA

ILUMINACION DE LA TIERRA
 MAX - 10.00 PIES CANDELA
 MED - 4.50 PIES CANDELA
 MIN - 2.93 PIES CANDELA

7- COMPENSACION PARA EL AREA DE SOMBRA PROYECTADA ABAJO DEL VOLADIZO

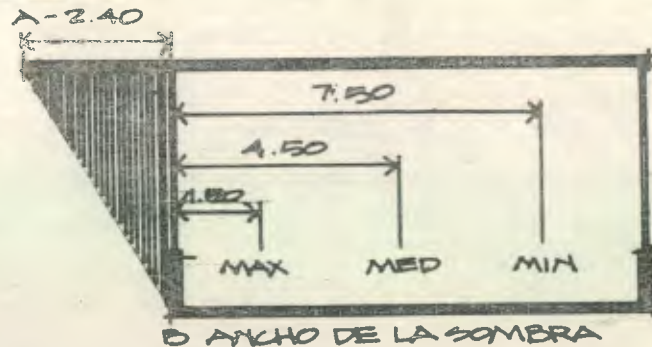
A-B

DISTANCIA DEL PUNTO A LA SOMBRA + 6.13

$$\text{MAX} = \frac{2.40 - 0}{1.5 + 6.13} = 0.269$$

$$\text{MED} = \frac{2.40 - 0}{4.50 + 6.13} = 0.194$$

$$\text{MIN} = \frac{2.40 - 0}{7.50 + 6.13} = 0.152$$



CALCULAR EL FACTOR XF EN LA FIG C, PARA CADA PUNTO
 MAX = 1.5 MED = 1.24 MIN = 1.09

8- CORREGIR LA ILUMINACION EN LA VENTANA SUR

CONSIDERAR SOLO LOS VALORES DE LA ILUMINACION DE LA TIERRA
 EMAX = 10.00 x 1.5 = 15.00 P.C. EMED = 4.50 x 1.2 = 5.5 P.C. Emin = 2.93 x 1.09 = 3.09 P.C.

10- SUMAR LOS VALORES CONOCIDOS PARA DETERMINAR LA ILUMINACION TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO

CONSIDERAR EN EL CASO DE DOS VENTANAS, EL PUNTO MAXIMO DE UNA VENTANA COMO EL MINIMO DE LA OTRA Y VICEVERSA.

	SUR	MEDIO	NORTE
VENTANA SUR- EWP DEL CIELO	13.50	8.00	4.17
EWP DE LA TIERRA	15.00	5.58	3.09
VENTANA NORTE- EWP DEL CIELO	5.80	11.02	30.78
EWP DE LA TIERRA	2.84	6.22	14.59
ILUMINACION TOTAL	37.14	30.82	52.63

ILUMINACION TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO

SUR- 37.14 PIES CAÑDELA = 371 LUXES

MEDIO- 30.82 PIES CAÑDELA = 308 LUXES

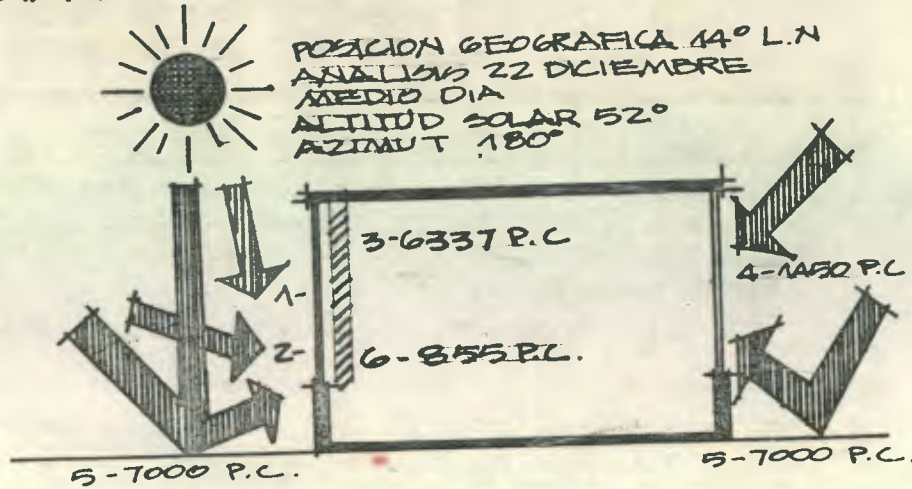
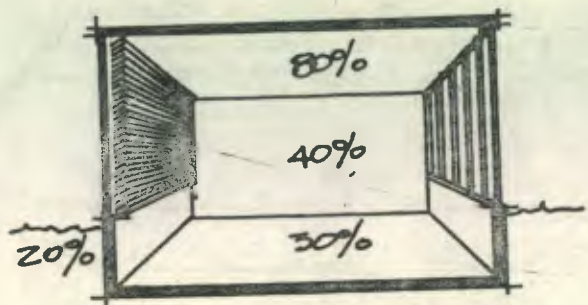
NORTE- 52.63 PIES CAÑDELA = 526 LUXES

11- COMPROBACION

COMPARAR CON LAS TABLAS DE INTENSIDAD LUMINICA LOS DATOS OBTENIDOS. SI ESTOS SON SUPERIORES A LOS REQUERIDOS EN LAS TABLAS, SE ACEPTAN LAS CONDICIONES PROPUESTAS. SI SON MENORES, CAMBIAR LOS DATOS EN LAS CONDICIONES, COMO PUEDEN SER TAMAÑO DE LAS VENTANAS, REFLEXION DE LAS PAREDES, PISO, TECHO, ETC. PARA INCREMENTAR LA INTENSIDAD. SI EL VALOR DE LAS CONDICIONES NO SE PUEDE INCREMENTAR, HABRA NECESIDAD DE UTILIZAR ILUMINACION ARTIFICIAL DURANTE EL DIA, ESTIMANDOSE QUE LA INTENSIDAD REQUERIDA SERA LA DIFERENCIA DE: LA QUE SE PIDE EN LAS TABLAS Y LA OBTENIDA EN EL CALCULO DE LUZ NATURAL.

EJEMPLO 9

AMBIENTE CON DOS VENTANAS Y PERSIANAS VENECIANAS EN 1 DE ELLAS



POSICION GEOGRAFICA 14° L.N
 ANALISIS 22 DICIEMBRE
 MEDIO DIA
 ALTITUD SOLAR 52°
 AZIMUT 180°

1- CONDICIONES

CONDICIONES FISICAS DEL AMBIENTE

- TF
- LARGO - 9.00 MTS
- ANCHO - 9.00 MTS
- ALTO - 3.00 MTS
- ALTO DEL SILLAR - 0.90 MTS
- REFLEXION DEL TECHO - 80%
- REFLEXION DE LA PARED - 40%
- REFLEXION DEL PISO - 30%
- REFLEXION DE LA TIERRA - 20%

LAS PERSIANAS VENECIANAS ESTAN AJUSTADAS A 45° PARA EVITAR LA INCIDENCIA DE LUZ DIRECTA COMO EL AMBIENTE TIENE DOS VENTANAS, EL PROMEDIO DE LA REFLEXION EN LAS PAREDES SE CONSIDERA DE UN 30%

ILUMINACION NATURAL DISPONIBLE

- 1- ILUMINACION DEL SOL: MULTIPLICAR EL DATO OBTENIDO DE FIG D POR EL $\cos 52^\circ = 9600 \times 0.62 = 5952 \text{ P.C.}$
- 2- ILUMINACION DEL CIELO: (CURVA VII FIG. B) 450 P.C.
- 3- LA ILUMINACION TOTAL DEL SOL Y DEL CIELO EN LA VENTANA SUR SERA: $450 + 5952 = 6337 \text{ P.C.}$
- 4- ILUMINACION DEL CIELO PACHADA NORTE (CURVA I, FIG B) 1450 P.C.
- 5- ILUMINACION DEL CIELO Y EL SOL EN LA TIERRA SOL (FIG D) = 7000 P.C. CIELO (CURVA VII FIG A) = 1550 P.C. TOTAL = $7000 + 1550 = 8550 \text{ P.C.}$
- 6- ILUMINACION EN LA VENTANA PROVENIENTE DE LA TIERRA $8550 \times 0.20 \times 0.30 = 855 \text{ P.C.}$

2- COEFICIENTES DE UTILIZACION Y FACTORES K

PARA ILUMINACION DEL CIELO Y LA TIERRA	SUR				NORTE	
	VER TABLA 9	10	M	3	7	8
	C.U.	Kc	KLW	C.U.	Kc	
MAX	0.0274	0.131	0.0350	0.0103	0.130	
MED	0.0211	0.090	0.0257	0.0039	0.029	
MIN	0.0127	0.029	0.0185	0.0021	0.026	



PARA ILUMINACION DE LA TIERRA	SUR			NORTE	
	VERTABLA	12	13	14	4
	C.U.	Kc.	KLW	C.U.	Kc.
MAX -	0.102	0.157	0.039	0.0079	0.143
MED -	0.077	0.099	0.0277	0.0043	0.112
MIN -	0.036	0.076	0.019	0.021	0.105

3- AREA DE TRANSMISION DE LAS VENTANAS

CONSIDERAR PARA AMBAS VENTANAS EL LARGO DE PARED A PARED, EL ALTO DESDE EL TECHO HASTA EL SILLAR Y LA LUZ PASARA EL 80% DE LA VENTANA, YA QUE EL 20% LO ABSORBE EL MARCO

$$A_f = 9.00 \times 2.10 \times 0.80 = 15.12 \text{ MTS}^2$$

4- DETERMINAR LA ILUMINACION TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO PARA TODOS LOS PUNTOS

USAR FORMULA $E_{WP} = E_i \times A_f \times C_U \times K_C$
PARA EL CIELO Y EL SOL

SUR

$$E_{MAX} = 6337 \times 15.12 \times 0.0274 \times 0.13 \times 0.35 = 12.03$$

$$E_{MED} = 6337 \times 15.12 \times 0.0211 \times 0.09 \times 0.257 = 4.67$$

$$E_{MIN} = 6337 \times 15.12 \times 0.0127 \times 0.079 \times 0.183 = 1.75$$

NORTE

$$E_{MAX} = 4450 \times 15.12 \times 0.108 \times 0.13 = 30.78$$

$$E_{MED} = 4450 \times 15.12 \times 0.039 \times 0.129 = 11.02$$

$$E_{MIN} = 4450 \times 15.12 \times 0.021 \times 0.126 = 5.80$$

USAR FORMULA $E_{WP} = E_i \times A_f \times C_U \times K_C$
PARA LA TIERRA

SUR

$$E_{MAX} = 855 \times 15.12 \times 0.102 \times 0.137 \times 0.390 = 8.07$$

$$E_{MED} = 855 \times 15.12 \times 0.077 \times 0.099 \times 0.277 = 2.72$$

$$E_{MIN} = 855 \times 15.12 \times 0.036 \times 0.076 \times 0.19 = 1.04$$

NORTE

$$E_{MAX} = 855 \times 15.12 \times 0.0079 \times 0.143 = 14.60$$

$$E_{MED} = 855 \times 15.12 \times 0.0043 \times 0.112 = 6.22$$

$$E_{MIN} = 855 \times 15.12 \times 0.0021 \times 0.105 = 2.85$$

5- SUBSTITUIR LOS VALORES PARA CADA PUNTO

EL MAXIMO PUNTO DEL SUR ES EL MINIMO DEL NORTE Y VICEVERSA

		SUR	MEDIO	NORTE
VENTANA	EWP DEL CIELO	12.03	4.67	1.75
SUR	EWP DE LA TIERRA	8.07	2.72	1.04
VENTANA	EWP DEL CIELO	5.80	11.02	30.78
NORTE	EWP DE LA TIERRA	2.85	6.22	14.60
ILUMINACION TOTAL		28.75	23.70	47.97

ILUMINACION TOTAL EN EL PLANO DE TRABAJO

$$\text{SUR} = 28.75 \text{ PIES CANDELA} = 288 \text{ LUXES}$$

$$\text{MEDIO} = 24.63 \text{ PIES CANDELA} = 246 \text{ LUXES}$$

$$\text{NORTE} = 47.97 \text{ PIES CANDELA} = 480 \text{ LUXES}$$

6- COMPROBACION

UTILIZAR EL MISMO PROCEDIMIENTO AL DE LOS EJEMPLOS ANTERIORES

**TABLA DE COEFICIENTE DE UTILIZACION Y FACTOR K
REFLEXION DEL TECHO 80% - REFLEXION DEL PISO 30% - EN TABLAS 1-14**

LARGO	6.00		9.00		12.00	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
ANCHO						
6.00	.0248	.0226	.0172	.0156	.0129	.0123
MAX 9.00	.0245	.0223	.0169	.0155	.0123	.0118
12.00	.0242	.0221	.0164	.0154	.0120	.0117
6.00	.0143	.0105	.0091	.0078	.0073	.0064
MED 9.00	.0082	.0049	.0049	.0036	.0031	.0030
12.00	.0035	.0024	.0027	.0021	.0010	.0017
6.00	.0078	.0048	.0057	.0034	.0045	.0033
MIN 9.00	.0029	.0017	.0026	.0015	.0013	.0013
12.00	.0017	.0008	.0014	.0008	.0011	.0007

1 C.U. - COEFICIENTE DE UTILIZACION PARA CIELO NUBLADO, SIN CONTROL EN LA VENTANA.

LARGO	6.00		9.00		12.00	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
ANCHO						
6.00	.0222	.0195	.0157	.0137	.0115	.0108
MAX 9.00	.0217	.0193	.0149	.0136	.0108	.0104
12.00	.0213	.0191	.0145	.0135	.0108	.0102
6.00	.0152	.0110	.0099	.0083	.0080	.0081
MED 9.00	.0070	.0048	.0030	.0043	.0040	.0037
12.00	.0030	.0020	.0023	.0015	.0015	.0012
6.00	.0027	.0019	.0022	.0017	.0021	.0012
MIN 9.00	.0012	.0003	.0008	.0001	.0009	.0008
12.00	.0004	.0002	.0000	.0001	.0002	.0000

2 C.U. - COEFICIENTE DE UTILIZACION PARA CIELO UNIFORME, SIN CONTROL EN LA VENTANA.

LARGO	6.00		9.00		12.00	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
ANCHO						
6.00	.0185	.0136	.0124	.0111	.0099	.0088
MAX 9.00	.0183	.0136	.0123	.0108	.0088	.0083
12.00	.0180	.0131	.0118	.0107	.0086	.0082
6.00	.0138	.0094	.0080	.0071	.0075	.0060
MED 9.00	.0074	.0048	.0036	.0028	.0041	.0033
12.00	.0047	.0028	.0036	.0023	.0023	.0021
6.00	.0045	.0034	.0021	.0044	.0060	.0039
MIN 9.00	.0049	.0025	.0042	.0021	.0029	.0019
12.00	.0028	.0013	.0024	.0012	.0019	.0011

3 C.U. - COEFICIENTE DE UTILIZACION PARA CIELO CLARO, SIN CONTROL EN LA VENTANA.

LARGO	6.00		9.00		12.00	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
ANCHO						
6.00	.0132	.0101	.0092	.0079	.0073	.0064
MAX 9.00	.0127	.0101	.0088	.0079	.0069	.0063
12.00	.0123	.0101	.0084	.0077	.0065	.0062
6.00	.0115	.0081	.0085	.0064	.0066	.0054
MED 9.00	.0075	.0051	.0036	.0043	.0045	.0037
12.00	.0050	.0033	.0040	.0020	.0026	.0023
6.00	.0095	.0064	.0074	.0049	.0060	.0040
MIN 9.00	.0046	.0023	.0037	.0021	.0030	.0019
12.00	.0026	.0016	.0023	.0011	.0020	.0010

4 C.U. - COEFICIENTE DE UTILIZACION PARA TIERRA UNIFORME, SIN CONTROL EN LA VENTANA.

ALTO DEL TECHO	2.40		3.00		3.60		4.80	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED								
ANCHO								
6.00	.125	.129	.121	.123	.111	.111	.0981	.0973
MAX 9.00	.122	.131	.122	.121	.111	.111	.0945	.0973
12.00	.145	.133	.131	.126	.111	.111	.0973	.0982
6.00	.0908	.0982	.107	.115	.111	.111	.106	.122
MED 9.00	.150	.102	.0939	.113	.111	.111	.121	.134
12.00	.106	.0943	.123	.107	.111	.111	.135	.127
6.00	.0908	.102	.0931	.114	.111	.111	.118	.134
MIN 9.00	.0924	.119	.101	.114	.111	.111	.126	.126
12.00	.111	.0926	.125	.109	.111	.111	.133	.130

5

ANCHO DEL TECHO VARIABLE (Kc).
PARA CIELO NUBLADO, SIN CONTROL
EN LA VENTANA.

ALTO DEL TECHO	2.40		3.00		3.60		4.80	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED								
ANCHO								
6.00	.145	.154	.123	.128	.111	.111	.0991	.0964
MAX 9.00	.141	.151	.126	.128	.111	.111	.0945	.0964
12.00	.159	.157	.137	.127	.111	.111	.0973	.0964
6.00	.101	.116	.115	.125	.111	.111	.101	.110
MED 9.00	.0982	.113	.105	.122	.111	.111	.110	.122
12.00	.111	.105	.124	.107	.111	.111	.130	.124
6.00	.0974	.111	.107	.121	.111	.111	.112	.119
MIN 9.00	.0953	.126	.103	.117	.111	.111	.115	.128
12.00	.111	.105	.125	.111	.111	.111	.133	.124

6

ANCHO DEL TECHO VARIABLE (Kc).
PARA CIELO UNIFORME, SIN CONTROL
EN LA VENTANA.

ALTO DEL TECHO	2.40		3.00		3.60		4.80	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED								
ANCHO								
MAX 6.00	.145	.155	.129	.132	.111	.111	.101	.0982
MED 9.00	.141	.149	.125	.130	.111	.111	.0954	.101
MIN 12.00	.157	.157	.135	.134	.111	.111	.0964	.0991
MAX 6.00	.110	.128	.116	.126	.111	.111	.103	.108
MED 9.00	.106	.125	.110	.129	.111	.111	.112	.120
MIN 12.00	.117	.118	.122	.118	.111	.111	.123	.122
MAX 6.00	.105	.129	.112	.130	.111	.111	.111	.116
MED 9.00	.0994	.144	.107	.126	.111	.111	.107	.124
MIN 12.00	.119	.116	.130	.118	.111	.111	.120	.118

7

ANCHO DEL TECHO VARIABLE (Kc).
PARA CIELO CLARO, SIN CONTROL
EN LA VENTANA.

ALTO DEL TECHO	2.40		3.00		3.60		4.80	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED								
ANCHO								
MAX 6.00	.124	.206	.140	.135	.111	.111	.0909	.0859
MED 9.00	.182	.188	.140	.143	.111	.111	.0918	.0878
MIN 12.00	.124	.182	.140	.142	.111	.111	.0936	.0879
MAX 6.00	.123	.145	.122	.129	.111	.111	.100	.0945
MED 9.00	.0968	.104	.107	.112	.111	.111	.110	.105
MIN 12.00	.0790	.0786	.0999	.106	.111	.111	.118	.118
MAX 6.00	.0994	.108	.110	.114	.111	.111	.107	.104
MED 9.00	.0816	.0822	.0984	.105	.111	.111	.121	.116
MIN 12.00	.0700	.0656	.0946	.0986	.111	.111	.125	.132

8

ANCHO DEL TECHO VARIABLE (Kc).
SIN CONTROL EN LA VENTANA.

INCLINACION PERSIANA	30°		45°		60°	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED						
15° MAX	.0687	.0554	.0426	.0346	.0218	.0162
ALT MED	.0488	.0341	.0371	.0218	.0195	.0110
SOL MIN	.0376	.0228	.0276	.0158	.0142	.0078
30° MAX	.0630	.050	.0394	.0312	.0208	.0156
ALT MED	.0462	.0324	.0337	.0216	.0176	.0110
SOL MIN	.0342	.0204	.0250	.0143	.0130	.0071
45° MAX	.0553	.0434	.0346	.0274	.0198	.0144
ALT MED	.0416	.0301	.0304	.0211	.0158	.0105
SOL MIN	.0308	.0182	.0225	.0127	.0117	.0064
60° MAX	.0484	.0362	.0313	.0230	.0190	.0135
ALT MED	.0370	.0264	.0270	.0185	.0142	.0092
SOL MIN	.0274	.0159	.0199	.0111	.0104	.0055

9 COEFICIENTES DE UTILIZACION BASADO EN AJUSTES HORIZONTALES DE PERSIANA, CON EL SOL Y CIELO COMO FUENTES DE LUZ. C.U.

ANCHO	6.00		9.00		12.00	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED						
LARGO						
6.00	.0500	.0500	.0470	.0480	.0456	.0478
MAX 9.00	.0353	.0357	.0320	.0340	.0323	.0343
12.00	.0288	.0287	.0250	.0280	.0243	.0275
6.00	.0500	.0500	.0335	.0305	.0195	.0190
MED 9.00	.0316	.0370	.0250	.0257	.0173	.0167
12.00	.0288	.0318	.0198	.0230	.0125	.0148
6.00	.0500	.0500	.0265	.0210	.0125	.0099
MIN 9.00	.0380	.0410	.0220	.0183	.0100	.0087
12.00	.0288	.0328	.0170	.0175	.0108	.0090

11 FACTORES PARA LARGO Y ANCHO DEL AMBIENTE CON EL SOL Y EL CIELO COMO FUENTE DE LUZ (K.L.W)

ALTO DEL TECHO	2.40		3.00		3.60		4.80	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED								
MAX	.154	.170	.129	.131	.107	.112	.091	.091
ANCHO								
6.00	.100	.108	.101	.106	.099	.102	.091	.091
MED 9.00	.074	.080	.080	.090	.091	.093	.091	.091
12.00	.070	.074	.079	.084	.083	.091	.091	.091
6.00	.080	.080	.091	.091	.093	.093	.091	.091
MIN 9.00	.063	.068	.079	.079	.087	.087	.091	.091
12.00	.064	.064	.070	.076	.084	.084	.091	.091

10 FACTORES PARA ALTO DE TECHO CON EL SOL Y CIELO COMO FUENTE DE LUZ (K.C)

INCLINACION PERSIANA	30°		45°		60°	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED						
MAX	.150	.108	.141	.102	.087	.063
MED	.141	.094	.118	.077	.067	.043
MIN	.124	.072	.090	.050	.049	.028

12 COEFICIENTES DE UTILIZACION BASADOS EN AJUSTES HORIZONTALES DE PERSIANA, CON TIERRA UNIFORME COMO FUENTE DE LUZ. C.U.

ALTO DEL TECHO	2.40		3.00		3.60		4.80	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED	70%	30%	70%	30%	70%	30%	70%	30%
MAX	.174	.200	.142	.157	.117	.123	.091	.091
ANCHO								
6.00	.104	.116	.110	.121	.106	.112	.091	.091
MED 9.00	.074	.082	.092	.099	.099	.106	.091	.091
12.00	.058	.062	.079	.083	.092	.096	.091	.091
6.00	.078	.082	.093	.087	.099	.102	.091	.091
MIN 9.00	.058	.060	.074	.078	.090	.092	.091	.091
12.00	.052	.056	.070	.071	.086	.087	.091	.091

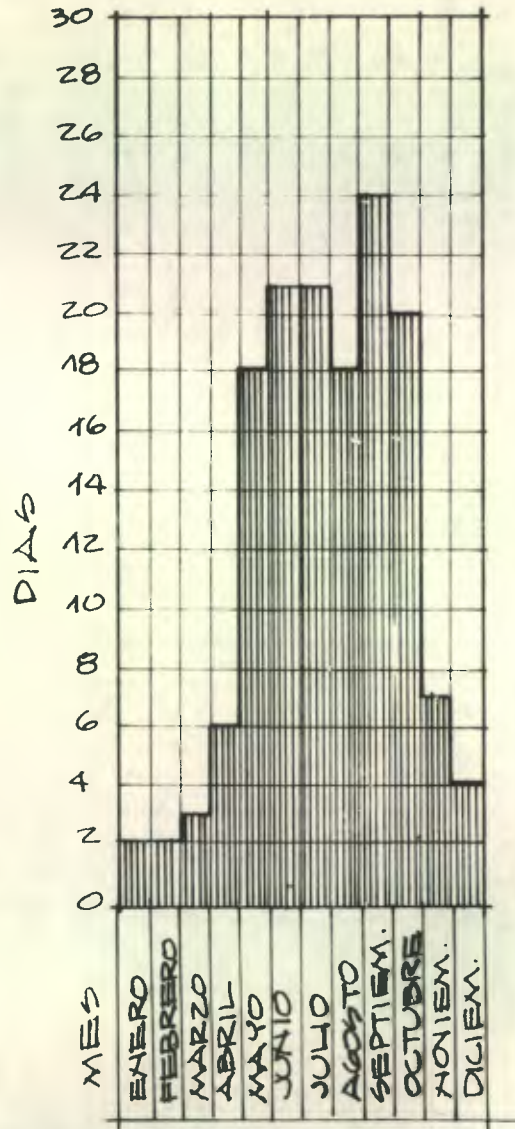
13

FACTORES PARA ALTO DE TECHO CON LA TIERRA UNIFORME COMO FUENTE DE LUZ (K_c)

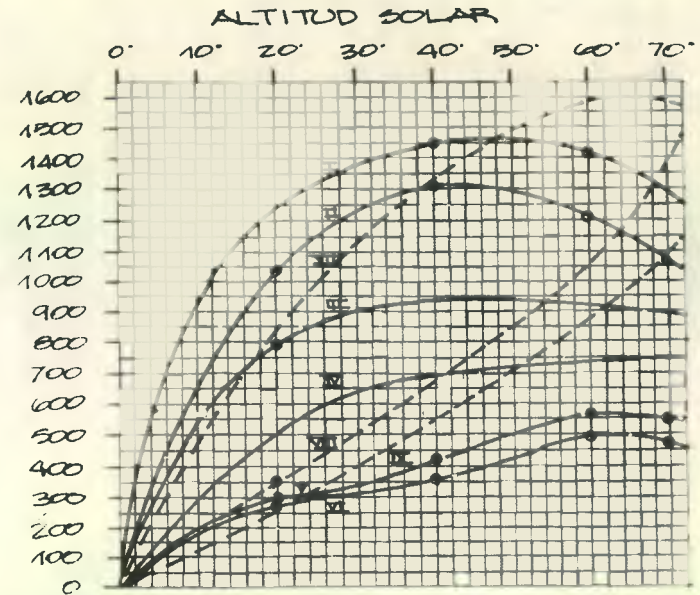
ANCHO	6.00		9.00		12.00	
	70%	30%	70%	30%	70%	30%
REFLEXION DE PARED	70%	30%	70%	30%	70%	30%
LARGO						
6.00	.0500	.0500	.0475	.0485	.0455	.0490
MAX 9.00	.0353	.0383	.0333	.0390	.0323	.0383
12.00	.0273	.0313	.0260	.0303	.0250	.0310
6.00	.0500	.0500	.0330	.0320	.0215	.0210
MED 9.00	.0373	.0413	.0247	.0277	.0173	.0200
12.00	.0283	.0343	.0195	.0243	.0138	.0183
6.00	.0500	.0500	.0225	.0203	.0115	.0097
MIN 9.00	.0387	.0437	.0193	.0190	.0107	.0096
12.00	.0295	.0358	.0153	.0173	.0083	.0087

14

FACTORES PARA LARGO Y ANCHO DEL AMBIENTE, CON LA TIERRA UNIFORME COMO FUENTE DE LUZ. (K_{L-W})



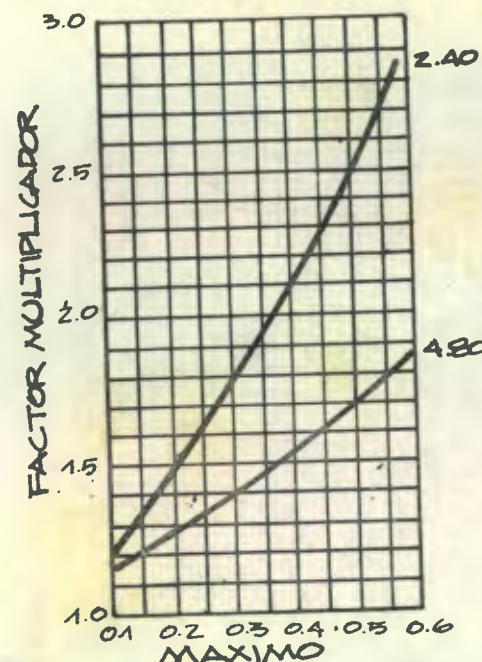
A **NUBLADO** **CLARO**
 BARRAS PARA DETERMINAR LOS DIAS CLAROS Y NUBLADOS SEGUN EL MES



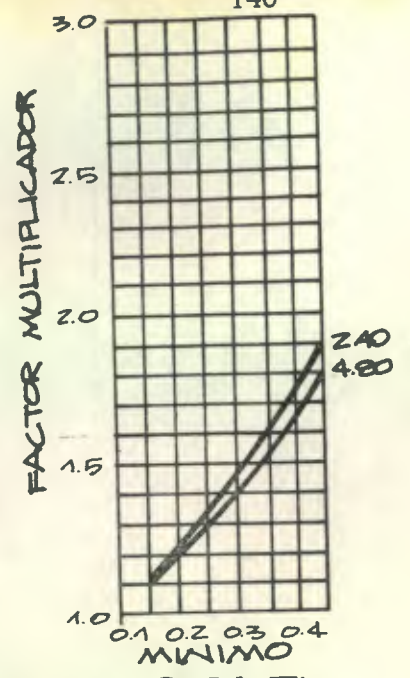
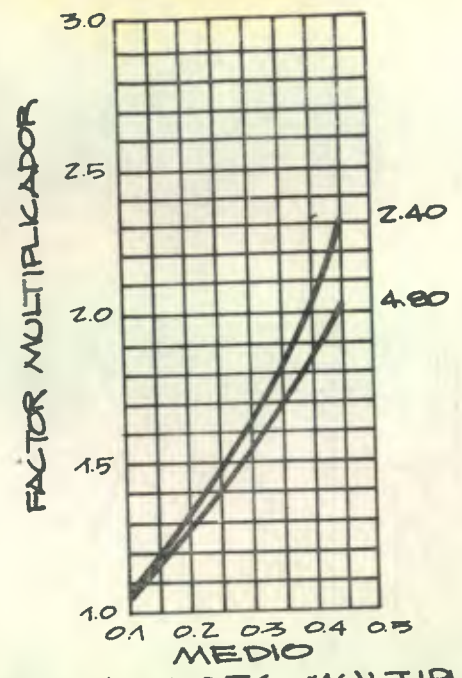
B

CURVAS PARA LA EPOCA DE VERANO (SECA), DE ILUMINACION PROVENIENTE DE DIFERENTES SUPERFICIES.

- CURVA I CIELO CLARO. SUPERFICIE VERTICAL CON UN AZIMUT DE 0°
- CURVA II CIELO CLARO. SUPERFICIE VERTICAL CON UN AZIMUT DE 45°
- CURVA III CIELO CLARO. SUPERFICIE VERTICAL CON UN AZIMUT DE 70°
- CURVA IV CIELO CLARO. SUPERFICIE VERTICAL CON UN AZIMUT DE 90°
- CURVA V CIELO CLARO. SUPERFICIE VERTICAL CON UN AZIMUT DE 135°
- CURVA VI CIELO CLARO. SUPERFICIE VERTICAL CON UN AZIMUT DE 180°
- CURVA VII CIELO CLARO. SUPERFICIE HORIZONTAL.
- CURVA VIII CIELO NUBLADO. SUPERFICIE HORIZONTAL (DOBLAR EL VALOR DE INTENSIDAD OBTENIDO)
- CURVA IX CIELO NUBLADO. SUPERFICIE VERTICAL



• LAS CURVAS INDICAN EL ALTO DEL TECHO



C

CURVAS QUE DETERMINAN LOS FACTORES MULTIPLICADORES XF PARA EL AREA DE SOMBRA PROYECTADA ABAJO DEL VOLADIZO

INTENSIDAD LUMINICA EN PIES CANDELA										
LATITUD	FECHA Y HORA	21 DICIEMBRE			21 MARZO - 21 SEPT.			21 JUNIO		
		8 A.M. 4 P.M.	10 A.M. 2 P.M.	12 A.M.	8 A.M. 4 P.M.	10 A.M. 2 P.M.	12 A.M.	8 A.M. 4 P.M.	10 A.M. 2 P.M.	12 A.M.
14°	PLANO PERPENDICULAR	7900	9500	9600	7000	9000	9100	7000	9100	9000
17°	HORIZONTAL	900	5800	7000	3400	7400	8500	4700	7700	8900

D

PROMEDIO DE ILUMINACION SOLAR, DETERMINADA POR LA LATITUD

ANGULO DE INCIDENCIA SOLAR										
LATITUD DE 14° A 17°	FECHA	21 DICIEMBRE			21 MARZO - 21 SEPT			21 JUNIO		
		8 A.M.	10 A.M.	12 A.M.	8 A.M.	10 A.M.	12 A.M.	8 A.M.	10 A.M.	12 A.M.
	HORA	20°	41°	52°	130°	57°	75°	33°	63°	82°
	AZIMUT	123°	141.5°	180°	98°	117°	180°	72°	69°	0°
	HORA	4 P.M.	2 P.M.		4 P.M.	2 P.M.		4 P.M.	2 P.M.	
	ALTITUD	20°	41°		30°	57°		33°	63°	
	AZIMUT	237°	218.5°		262°	243°		288°	291°	

E

ALTITUD Y AZIMUT PARA LAS LATITUDES DE 14°-17°

MATERIAL REFLECTIVO	% DE REF.
LAMINA GALVANIZADA NUEVA	80
PINTURA BLANCA NUEVA	75
MARMOL BLANCO	70
PINTURA BLANCA VIEJA	55
LADRILLO COLOR CLARO	48
LADRILLO COLOR OSCURO	40
GRANITO	40
CONCRETO	40-55
LADRILLO COLOR ROJO	30
DURALITA	30
MADERA CLARA, SIN BARNIZ	30
CEMENTO	27
VEGETACION	20-30
MADERA MEDIA, SIN BARNIZ	25
MADERA OSCURA, SIN BARNIZ	20
AGUA	20-80
PIEDRA DE MONTAÑA Y DE ARENA	18
GRAVA	13
ASFALTO (LIBRE DE SUCIEDAD)	7
GRAMA	6-20
TIERRA NEGRA	6-10

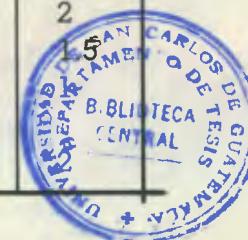
F DATOS ESTIMATIVOS O APROXIMADOS
MATERIALES MAS COMUNES, CON PORCENTAJES DE RE-
FLEXION PARA LA LATITUD DE GUATEMALA

3 – TABLAS DE NIVELES DE ILUMINACION

	LUX	PIE CANDELA
General		
Trabajo basto	250-125	25-12.5
Trabajo normal o finura media	500-250	50-25
Trabajo fino	1000-500	100-50
Trabajo de precisión o muy fino	2500-1000	250-100

TIPO DE TRABAJO	Intensidad de Iluminación	
	Lux	Pie can- dela
Fábrica de autos		
Montaje de bastidores	200	20
Cadena de montaje de chasis	400	40
Construcción de carrocerías		
montaje de piezas	300	30
Armado	400	40
Acabado y control	750	75
Tahonas		
Local de amasar	200	20
Tablas para subida de la masa (intensidad de iluminación vertical)	125	12.5
Cuarto de fermentación	125	12.5
Local de preparación	200	20
Local donde se halla el horno	150	15
Decoración y satinado	250	25
Empaquetado	150	15

TIPO DE TRABAJO	Intensidad de Iluminación	
	Lux	Pie can- dela
Encuadernación		
Plegado, alzado, encolado, etc.	250	25
Corte, taladrado, encuadernado de rústica	250	25
Impresión y control	750	75
Fábrica de cerveza		
Salas de fermentación	125	12
Cocción y lavado de barriles	125	12
Llenado (en botellas, barriles)	200	20
Alumbrado Exterior		
Alumbrado pública:		
Fuera del casco urbano		
Autopistas	20	2
Carreteras con tráfico denso	15	1.5
Carreteras con tráfico medio	10	1
Dentro del casco urbano		
vías de tranvía	20	2



Continuación				
Accesos a la ciudad	20	2		
Tuneles				
Alumbrado durante el día	100	10		
Alumbrado del acceso alumbrado por la noche	1000	100		
Calle de barrio industrial o portuario	30	3		
Muelle, esclusa o puente de vía fluvial importante	10	1		
Calle comercial sin tráfico importante	10	1		
Calle comercial con tráfico importante	7.5	0.75		
Calle residencial con tráfico rodado	7.5	0.75		
Calle residencial sin tráfico rodado importante	5	0.5		
Plaza o paseo representativo	15	1.5		
Emplazamiento de ferrocarriles	10	1		
Terrenos de fábricas				
Zonas de transporte	20	2		
Lugares de almacenaje (carga y descarga)	20	2		
Alumbrado de vigilancia	5	0.5		
Entradas	50	5		
Andenes de carga	50	5		
Terrenos deportivos				
Estadios	200	20		
Campos de fútbol	100	10		
Campos de entrenamiento	25	2.5		
Pista de tenis	250	25		
Pista de patinaje	15	1.5		
			Pista para competencias	40 4
			Centrales (Alumbrado interior equipos para acondicionamiento de aire)	
			Instalación sopladora de aire bajo el emparrillado, compuerta de ceniza, instalación, sopladora para hollín y ceniza	
			Instrumentas auxiliares tales como baterías de acumuladores.	
			Bombas de alimentación de calderas, compresas y aparatos de medida	100 10
			Plataformas de calderas	50 5
			Hogar y suministro de combustibles	100 10
			Transportadores de carbón, tejedores, instalaciones de polvo de carbón.	50 5
			Sótano de turbinas	100 10
			Sala de turbinas	150 15
			Instalaciones de hidrógeno y CO ₂	100 102
			Locales para tratamiento de agua	100 10
			Laboratorios químicos	250 25
			Locales de vigilancia (cuadro de control)	
			Grandes centro de control	400 40
			pequeños centros de control	250 25
			Lado posterior de los cuadros de distribución (vertical)	50 25
			Alumbrado de emergencia (general)	15 1.5
			Locales de telefonía automática	100 10
			Centrales (alumbrado exterior)	

Continuación				
Andenes del departamento de calderas y sala de turbina Subcentral	25	2.5		
general horizontal	10	1		
Local vertical en los interruptores de separación	10	1		
Depósitos de carbón				
zonas de descarga y vertido	25	2.5		
Gruas móviles	10	1		
Transportadores	10	1		
Emplazamiento de ferrocarril	5	0.5		
<u>Industrias Químicas</u>				
Hornos manuales, calderas de cocción, secadores estacionarios y cristalizadores	150	15		
Hornos mecánicos, calderas de vapor y alambiques, secadores y cristalizadores, vaporizadores, foltraje, blanqueado.	150	15		
Alambiques contiguos, extracciones, aparatos de filtrado y nitrado, electrólisis	150	15		
<u>Industrias de conservas</u>				
Separación de residuos	200	20		
Limpieza y lavado	200	20		
Clasificación cromática (salas de corte)	1000	100		
Envasado				
mecánico (serie)	300	30		
Manuel	200	20		
Comprobación de latas llenas (prueba al azar)	1000	100		
			Manipulación de latas	
			Control	1000 100
			Cierre	300 30
			Terminado de latas y embalaje en cajas	150 15
			<u>Imprentas</u>	
			Función de caracteres de imprenta	400 40
			Fabricación de matrices	400 40
			fundición de caracteres (mecánica o manual) clasificación	200 20
			Imprenta	
			Control de colores	1000 100
			Composición a máquina, local para composición a mano	400 40
			Impresión	250 25
			bloques tipográficos	500 50
			corrección	500 50
			Instalaciones glavanoplásticas prensado, rectificado y acabado de matrices	400 40
			Confección de clichés	200 20
			Litografía	
			Grabado, obtención de pruebas retoque y control	200 20
			Confección de colores	400 40
			recuadros	400 40
			<u>Garages</u>	
			Talleres	250 25
			Bancos de trabajo	500 50
			Engrase	150 15
			Fosos de engrase	250 25

Continuación		
Lavado	250	25
Jaulas	40	4
Sala de exposición	400	40
Fundiciones		
Fabricación de formas y núcleos (Trabajo fino)	350	35
Fabricación de formas y núcleos (trabajo basto)	200	20
Fundición y clasificación del material	200	20
Limpieza y desbardado	200	20
Control (trabajo fino)	1000	100
Control (trabajo basto)	500	50
Fábricas de Vidrio		
Salas de mezcla, hornos, prensado enfriado y soplado a máquina	150	15
Triturado, corte a medida, azogado	200	20
Molido fino, pulido, biselado	400	40
Grabado, tallado y control	1000	100
Fábrica de Guantes		
Corte, prensado, taladrado	1000	100
Trabajo de punto, clasificación	400	40
Costura, adorno y control	1500	150
Fábricas de sombreros		
Tinte, almidonado, galonado, limpieza y arreglo	400	40
Confección, hechura a medida, taladrado, confección de alas, acabado y planchado	750	75
Costura y adornos	1500	150

Altos hornos		
Almacén (Minerales, coque piedra caliza)	50	5
Plataformas de carga	100	10
Vertedor	100	10
Depósito de escoria (granulación)	150	15
Plataformas de control	150	15
Fundición de bloques	50	5
Almacenaje de moldes	100	10
Reparación de la puerta del horno y cubilotes (recubrimiento refractario)	100	10
Sala de triturado	50	5
Almacenaje de chatarra	150	15
Hoteles y restaurantes		
Cuartos de baño	100	10
Espejos (alumbrado suplementario)	200	20
Pasillos, escaleras, etc.	50	5
Cocinas	250	50
Dormitorios		
General	50	5
Camas	150	15
Escritorio	200	20
Tocador	150	15
Salas		
Confecciones	75	7.5
Estrados	200	20
Exposiciones y demostraciones	150	15
Conversación y recreo	50	5

Continuación				
Restaurante	75	7.5		
Café	75	7.5		
<u>Trabajo en maderas</u>				
Aserraje en basto y trabajo de banco	150	15		
Aserraje a medida, cepillado, lijado trabajo semibasto a máquina y en banco encolado, chapeado y armado		200		
Trabajo fino en banco y a máquina, lijado y acabado	400	40		
<u>Oficinas</u>				
Salas de dibujo				
Servicios cartográficos, catastrales	2500	250		
Dibujo de máquinas y de edificación	750	75		
Dibujo decorativo y croquis	500	50		
Contabilidad mecánica	500	50		
Administración	400	40		
Salas de mecanografía	500	50		
Archivos con pequeños trabajos administrativos	250	25		
Archivos	100	10		
Cuartos de directores	250	25		
Salas de visitas	150	15		
Salones para reuniones	200	20		
Cantinas	150	15		
<u>Industria cerámica</u>				
Molido, prensas de filtro, cámaras de secado	100	10		
Modelado, acabado y limpieza	150	15		
Pintura y vidriado (trabajo basto)	400	40		
Pintura y vidriado (trabajo fino)	750	75		
<u>Iglesias</u>	75	7.5		
<u>Industria de la confección</u>				
Control de tejidos				
tejidos claros	1500	150		
tejidos oscuros	2500	250		
Corte y plancha				
tejidos claros	500	50		
Tejidos oscuros	1000	100		
Costura y adorno				
Tejidos claros	750	75		
Tejidos oscuros	1500	150		
<u>Elaboración de carbón</u>				
Triturado, cribado y lavado	50	5		
Clasificación	250	25		
<u>Talleres de pintura</u>				
Inmersión, pulverización, reblandecimiento por llama, lijado, pintura y acabado	200	20		
Teñido y acabado fino	400	40		
Pintura y acabado muy finos (autos, pianos)	750	75		
<u>Soldadura</u>				
Alumbrado general	250	25		
Soldadura de precisión con arco (manual)	2500	250		
<u>Industria de cuero</u>				
Limpieza, curtido, estiado, emparejado	150	15		
Corte, descarnado y preparación	200	20		
Acabado y control	400	40		

Continuación				
<u>Trabajo del cuero</u>				
Prensado y abrillantado	750	75		
Inspección, clasificación, corte y respuntado	1000	100		
<u>Talleres de mecánica</u>				
Trabajo basto en banco y máquina, trabajo fino automático, lijado pulido, fino y bruñido con alto brillo	1000	100		
Trabajo extrafino en banco y máquina lijado extrafino	2500	250		
<u>Fábricas de harina</u>				
Molienda, cernido y purificado	200	20		
Empaquetado	100	10		
Control de productos	400	40		
Limpieza de cribas, pasillos conductos, control de masa	100	10		
<u>Lecherías</u>				
Salas de cocción, almacenaje de botellas, máquinas lavadoras de recipientes, instalaciones refrigeradas, cámaras frigoríficas				
pasteurización, separación	150	15		
Clasificación de botellas	200	20		
Máquinas lavadoras de botellas, control	400	40		
Control de embotellado	400	40		
Sala de pesar	125	12.5		
Sobre la báscula	250	25		
Laboratorios	400	40		
<u>Almacenes</u>				
Almacenaje de existencia (Poco uso)	25	2.5		
Almacenaje de fábrica (mucho uso)				
Almacén a granel	50	5		
Material pequeño	100	10		
Material muy pequeño	200	20		
<u>Museos</u>				
General	150	15		
Máquinas para corte, elaboración y adorno	200	20		
Máquinas para fabricar papel (lado húmedo)	300	30		
Máquinas para fabricar papel Bonbinadora, control de papel y laboratorios)	400	40		
Fábrica de Papel				
<u>Fábricas de artículos de papelerías</u>				
Nave general de fabricación	200	20		
<u>Trabajos en chapa</u>				
Trabajo en banco, prensado, redondeadoras, taladradoras guillotinado, máquinas estampadoras, redondeadoras, taladradoras	250	25		
Control de lámina estañada y galvanizada				
Mercado de lámina	750	75		
<u>Fábricas de goma</u>				
Tratamiento de materias primas molienda, vulcanizado	125	12		
Calandrado	200	20		
Trabajos de fábrica máquinas para neumáticos, mangas de goma, productos,				

Continuación				
productos moldeados, productos extruidos, recortado	200	20		
Control final	750	75		
Astilleros				
Nave de montaje	200	20		
Lugar de desarrollo de cascos	400	40		
Tinglados para soldaduras	250	25		
Gradas				
Grúas	50	5		
Zonas de transporte	50	5		
Zonas de trabajo	150	15		
Fábrica de calzado				
Cuero				
Dibujo, corte, costura, desbardo y clasificación	1000	100		
Claveteado, colocación de suelas, modelado en hormas, guarnecido, bordes, refuerzo, limpieza, teñido, lijado y barnizado	750	75		
Goma				
Lavado y preparación de la masa de goma, fabricación de planchas de goma,	125	12.5		
Barnizado, vulcanizado, calandrado, corte de la parte superior y suela	200	20		
Laminado de la suela, forrado, acabado	400	40		
Escuelas				
Escuela de párvulos	100	10		
Escuela primaria				
Clases	200	20		
Salas de gimnasia	100	10		
Escuelas medias				
Clases	250	25		
Laboratorio de física y Química	300	30		
Aulas	150	15		
Salas de gimnasia	150	15		
Escuelas del hogar				
Clases	250	25		
Salas de costura y plancha	400	40		
Cocinas	250	25		
Fraguas	200	20		
Salas de deporte	300	30		
Fábricas de acero				
Laminado				
Prelaminado, laminado de chapas, laminado en frío y caliente de tiras y placas	150	15		
Estirado de tubos, barras e hilos	200	20		
Laminado de hojalata				
Estañado, galvanizado, laminado en frío.	200	20		
Salas de máquinas	150	15		
Control				
Lámina pavonada, bloques lajimadores	400	40		
Hojalata y otras superficies claras	400	40		
Estaciones				
Salas de espera	100	10		
Taquillas y oficinas	400	40		
Restaurante	150	15		
Consigna	200	20		
Andenes	100	10		
Servicios	100	10		
Tintes				
Mercado, clasificación lavado y limpieza al vapor	200	20		

Continuación				
Control y limpieza	1500	150		
Flanchado a máquina o a mano	500	50		
Reparación y reforma	750	75		
Fábricas de azúcar				
Molienda, mezcla, cocción, transporte	200	20		
Centrifugado, purificación cernido	400	40		
Control de color	750	75		
Almacenaje	50	5		
Fábrica de dulces				
Departamento de chocolates pelado, aventado, extracción de grasa, prensado y purificación transporte	200	20		
Bombonería	400	40		
Relleno				
Mezcla, cocción, amasado	200	20		
decoración (a mano)	400	40		
mezcla, coción amasado, costo	200	20		
dosificación, empaquetado	400	40		
Fábrica de tabado				
Secado, despalillado y elaboración	150	15		
Examen y clasificación	1000	100		
Máquinad de cigarros y cigarrillos	400	40		
Fábricas textiles				
Seda y fibras sintéticas remojo, teñido, secado	100	10		
Deslavado, lavado, torcido, recortado, hilado hilado claro,	700	70		
hilado oscuro	750	75		
Tejido	400	40		
Algodón:				
Separación, mezcla, selección	100	10		
Cardado, estirado, reforzado, devanado, lavado, hilado	200	20		
Tejido	400	40		
Control				
Material inmóvil	400	40		
Material en movimiento rápido	1500	150		
Lana				
Separación, mezcla, selección	100	10		
Examen	400	40		
Cardado, estirado, reforzado, retorcido, lavado	200	20		
Hilado.				
Blanco	200	20		
De color	400	40		
Tejido				
Blanco	400	40		
de color	750	75		
Fábricas de pinturas				
General	150	15		
Coloreado según muestra (local)	1000	100		
Fábrica de productos de carne				
Matanza	150	15		
Limpiez a, corte, cocción, picado, envases en lata, embalaje	400	40		
Fábricas de aviones				
Fabricación				
Taladrado, remachado, atornillado	250	25		
Cabinas de pintura a pistola	400	40		
Marcado de la chapa de aluminio, fabricación de plantillas y modelos, moldeado y aplanado de				

Continuación		
Botiquín		
general	500	50
local	10000	1000
Pasillos y descansillos de escaleras	50	5
Oficinas (véase apartado oficinas)		
Cocinas	250	25
Laboratorios		
Salas de investigación	250	25
Mesas de trabajo	400	40
Salas de consulta y tratamiento general	250	25
Mesas para examen del enfermo	500	50
Departamento de operaciones		
quirófano, general	500	50
mesa de operaciones	20000	2000
sala de esterilización	400	40
Departamento de rayos X (regulable)	0-50	0-5
Departamento de odontología		
sala de tratamiento general	250	25
Sillón de tratamiento	5000	500
Departamento de obstetricia		
Mesa de alumbramiento	5000	500
sala de alumbramiento (General)	250	25
Sala de recién nacidos	100	10
Sala de espera	100	10
Lavaderos (Véase Lavanderías)		
Salas de hospitales		
general	50	5
Alumbrado de camas	200	20



B

CONCLUSIONES

5

5. CONCLUSIONES:

De acuerdo al enfoque en que se ha desarrollado este trabajo, hay dos aspectos que dependen directamente del buen funcionamiento de los métodos de control de luz natural: las observaciones y recomendaciones.

5.1 Observaciones:

Comprenden todos aquellos elementos que están al alcance del hombre para que los ambientes en que habitará tengan confort. En lo relativo a la iluminación natural se consideran importantes:

a- La iluminación natural puede calcularse con cierta exactitud en el diseño de ambientes interiores, mejorando las condiciones físicas y psicológicas del hombre. Todo depende del empeño que tenga el arquitecto para un buen estudio de la incidencia de luz solar.

b- La evaluación y comparación entre las diferentes posibilidades del aprovechamiento de luz solar son determinadas por las condiciones del sol, y cielo. La iluminación proveniente de las áreas adyacentes es una variable que dependiendo del buen criterio del arquitecto debe considerarse como complemento importante de diseño.

c- Algunos elementos de control para ambientes que estén expuestos al sol directamente, como parteluces, voladizos, persianas, etc., son buenos siempre que el fin a que se les destine tengan un alto porcentaje de efectividad. En este trabajo se da el proceso para usarlos con mayor efectividad.

d- Cuando se usa el voladizo para que la luz solar no incida directamente al ambiente, y se necesite incrementar la luz difusa, siempre hay que contemplar la clase de material de las superficies de paredes, piso y techo, porque la reflexión de luz, absorción de calor, reflexión de brillantes que estas producen, son influyentes en el cálculo de iluminación natural.

d- Hay que hacer ver en el diseñador que expresa su creatividad en las fachadas de edificios y se olvida de la funcionalidad interior, porque no es adecuado colocar elementos arquitectónicos en las ventanas que mantengan obscuro un ambiente durante todo el día, o en el caso contrario, mantener las ventanas expuestas al sol durante todo el año porque se ve agradable, aunque se sacrifique el confort de las personas que vivirán en ese edificio.

5-2- Recomendaciones:

a- En el marco teórico se profundizó sobre las leyes de iluminación. Las definiciones expuestas aparentemente no tienen relación con el cálculo de iluminación natural, pero son el punto de partida para conocer la luz y su influencia en el medio ambiente. El estudio profundo de estas leyes permitirán familiarizarse con los términos adecuados del cálculo.

b- Los capítulos 2 y 3 comprenden un enfoque del efecto que produce la luz en el hombre, tanto física como emocionalmente y que al dársele la importancia del caso, redundará definitivamente en el mejor acondicionamiento de los ambientes.

c- El capítulo 4 que comprende el método de cálculo de iluminación natural, es el más complejo, debido a que se utilizaron los procedimientos técnicos para la latitud de Guatemala, y que al no existir en libros y manuales los índices de iluminación adecuados, se consideraron las siguientes conclusiones subjetivas:

1- Consideraciones de tipo físico del ambiente: el tema sobre vidrio, fue enfocado para que se conozcan las planchas que presentan cualidades especiales, tanto por su fabricación como por su sistema difusor de luz. Esto no quiere decir que sean los únicos vidrios que se encuentran en el mercado, o los que presentan las mejores características para el uso de cualquier ambiente. De tal forma, que el arquitecto debe investigar cuál conviene más al tipo de edificio que se diseña.

2- En el análisis del parteluz, se da el método más exacto y sencillo en una utilización práctica, para que se tecnifiquen los métodos de control de luz.

3- En la descripción del método para cálculo de iluminación natural se utilizaron unos cuadros y gráficas con la respectiva adecuación a la latitud de Guatemala, ellos son:

Gráfica B (al final del capítulo 4), que contiene las curvas de iluminación provenientes de diferentes superficies, se ha aplicado para todas las épocas del año, haciendo ver que el sistema de cálculo

contiene una gráfica para verano y otra para invierno en los países que tienen muy marcadas las estaciones del año.

Gráfica A(al final del capítulo 4) se interpolaron los días y meses del año en que el cielo es nublado y claro por datos proporcionados del Instituto Metereológico Nacional, y coincidentemente, los días nublados son casi los mismos que los lluviosos, y los claros con la época seca del año. Esta gráfica sirve para determinar en los análisis del cielo cuando es nublado y claro, respectivamente.

Gráfica D (al final del capítulo 4), se interpolaron los datos de intensidad lumínica en pies candela utilizables en los Estados Unidos de Norteamérica, ya que el método de cálculo contiene estos datos. Entonces, hubo necesidad de aplicarlos a la latitud de Guatemala, ya que no existe el estudio respectivo en nuestro medio.

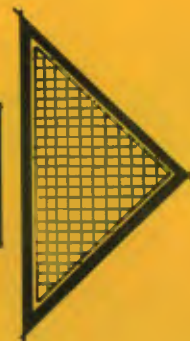
La fórmula que se aplicó para la interpolación es: $X = \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0}$

Teniendo estos antecedentes, es necesario que el Instituto Metereológico Nacional, o la Facultad de Arquitectura, hagan los estudios necesarios para lograr mayor exactitud tanto en los datos de la gráfica B como de la D. El medio para lograrlo, es utilizar fotómetros adecuados a nuestro medio teniendo que recabar los datos de por lo menos 5 años, de intensidad lumínica natural para la latitud de Guatemala.

Por último, espero que el presente trabajo motive estudios más concretos y profundos sobre el tema, para encontrar nuevas técnicas y posibilidades de uso de la iluminación natural por sus innegables ventajas en calidad y costos.

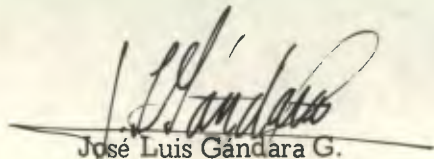


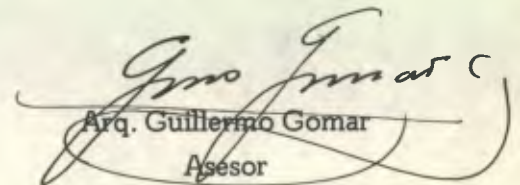
BIBLIOGRAFIA

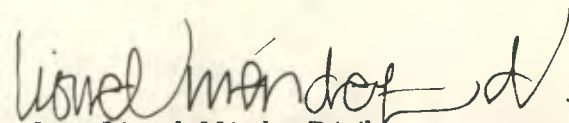


C	BIBLIOGRAFIA
---	--------------

- 1- LIGHTING IN ARCHITECTURAL DESIGN
Derek Phillips Mc Graw - Hill Book Company - 1964
- 2- TROPENBAU = BUILDING IN THE TROPICS
Georg Lippsmeier
Callwey Verlag Munchen - 1969
- 3- DESIGN WITH CLIMATE Victor Olgay
Princeton University Press
Princeton, New Jersey U.S.A.
- 4- MANUAL DEL ARQUITECTO Y DEL CONSTRUCTOR
Kidder - Parker UTHEA - 1959
- 5- ANALISIS CLIMATICO PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA, SU APLICACION EN
ARQUITECTURA Tesis de Graduación, Arq. Sergio García - 1975.
- 6- EDAFOLOGIA TROPICAL
Frederick Hardy Editorial Herrero Hnos. Sucesores S. A. - 1970
- 7- ENCICLOPEDIA COMBI VISUAL.
Grolier International, Inc. - 1972
- 8- ARTE DE PROYECTAR EN ARQUITECTURA Herbert Neuffert
- 9- TEORIA DE LA ARQUITECTURA
Enrico Tedeschi
Ediciones Nueva Visión - 1962.
- 10- FOLLETO CONESCAL


José Luis Gándara G.
Sustentante


Arq. Guillermo Gomar
Asesor


IMPRIMASE: Arq. Lionel Méndez Dávila
Decano