

INSTITUTO DE  
ARQUITECTURA  
TROPICAL

## ILUMINACION DE INTERIORES POR MEDIO DE LUZ SOLAR

Ing. JOSÉ MIGUEL PAÉZ J.  
COSTA RICA

Artículo tomado de la Revista del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos # 55. 1976. Aunque es un artículo viejo, hemos considerado oportuno reproducirlo por la actualidad y pertinencia del tema.

INTRODUCCION

El aprovechamiento de la energía solar se ha puesto en boga en los últimos años tratando de solventar la denominada crisis energética.

Algunas de las formas de utilizarla comprenden calentadores solares de agua, sistemas de calefacción, fopilas, dispositivos mecánicos para producir movimiento, concentradores solares y la iluminación de recintos.

Esta última forma de utilización será estudiada considerando algunos de los factores que intervienen la manera de utilizarla. El diseño completo es complicado y se necesitan datos que en algunos caoso es difícil de obtenerlos, como por ejemplo los niveles de iluminación durante todo el año, para diferentes localidades del país.

El espectro solar

Las longitudes de onda alas cuales el ojo humano es sensible, abarcan de las 350 mu a las 760 mu, con un pico en las 555 mu. Toda la energía proveniente del sol puede ser transformada en calor sin importar si es radiación visible o invisible. Para poder aprovechar esta radiación con cualquier finalidad es necesario estudiar la forma en la que la recibimos para diferentes días del año.

ALGUNOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA RADIACIÓN SOLAR

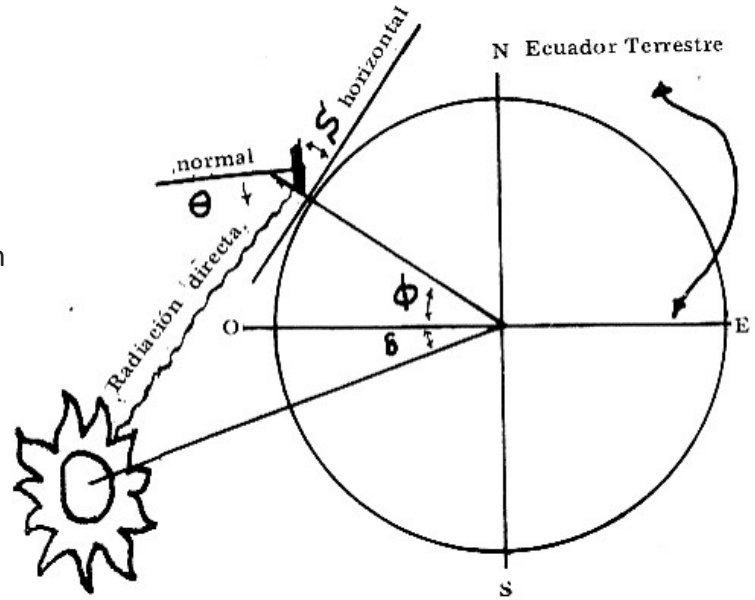
a) Radiación directa del sol

El cambio en el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre debido al movimiento terrestre alrededor del Sol y de su propio eje, puede ser estimado matemáticamente para lo cual se hace necesario definir algunos parámetros.

- Latitud: ( $\phi$ ). Es el ángulo que se forma entre el plano del Ecuador Terrestre y un punto en el globo. Ver fig. 1.

- Declinación: ( $\delta$ ). Angulo que se forma entre el plano ecuatorial y el centro del sol. Ver Fig. 1.

GRAFICO 1. Ubicación de los ángulos  $\phi, \delta, \gamma$  y  $\theta$



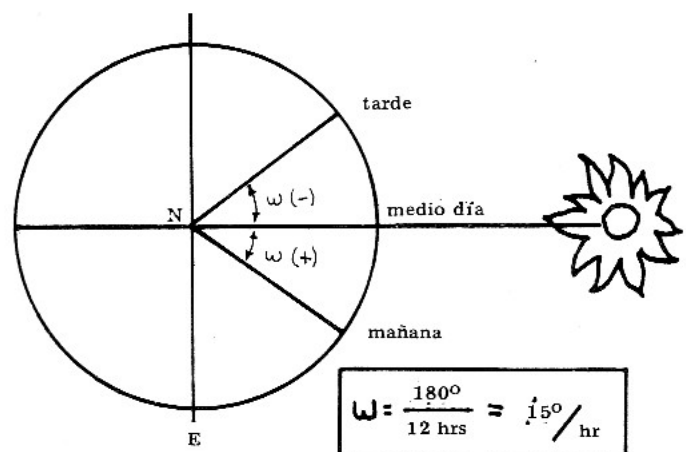
- Pendiente: ( $\gamma$ ). Es el ángulo que se forma entre la horizontal y el plano de exposición considerado. (Por ej. las ventanas). Ver Fig. 1.

- Angulo de incidencia: ( $\theta$ ). Angulo en que se recibe la radiación directa del sol, con respecto a la normal de plano. Ver Fig.1

- Angulo horario: ( $\omega$ ). Angulo debido a la rotación de la Tierra. Ver fig. 2 y 3.

- Angulo de Azimut de superficie: ( $\gamma$ ). Es el ángulo de desviación de la normal a la superficie de exposición con el meridiano local. Ver fig. 4.

GRAFICO 2. Ubicación del ángulo  $\omega$



$$\omega = \frac{180^\circ}{12 \text{ hrs}} = 15^\circ / \text{hr}$$

GRAFICO 3. Ubicación de  $\omega$  para  $\delta = 0$  y  $\delta = 30$

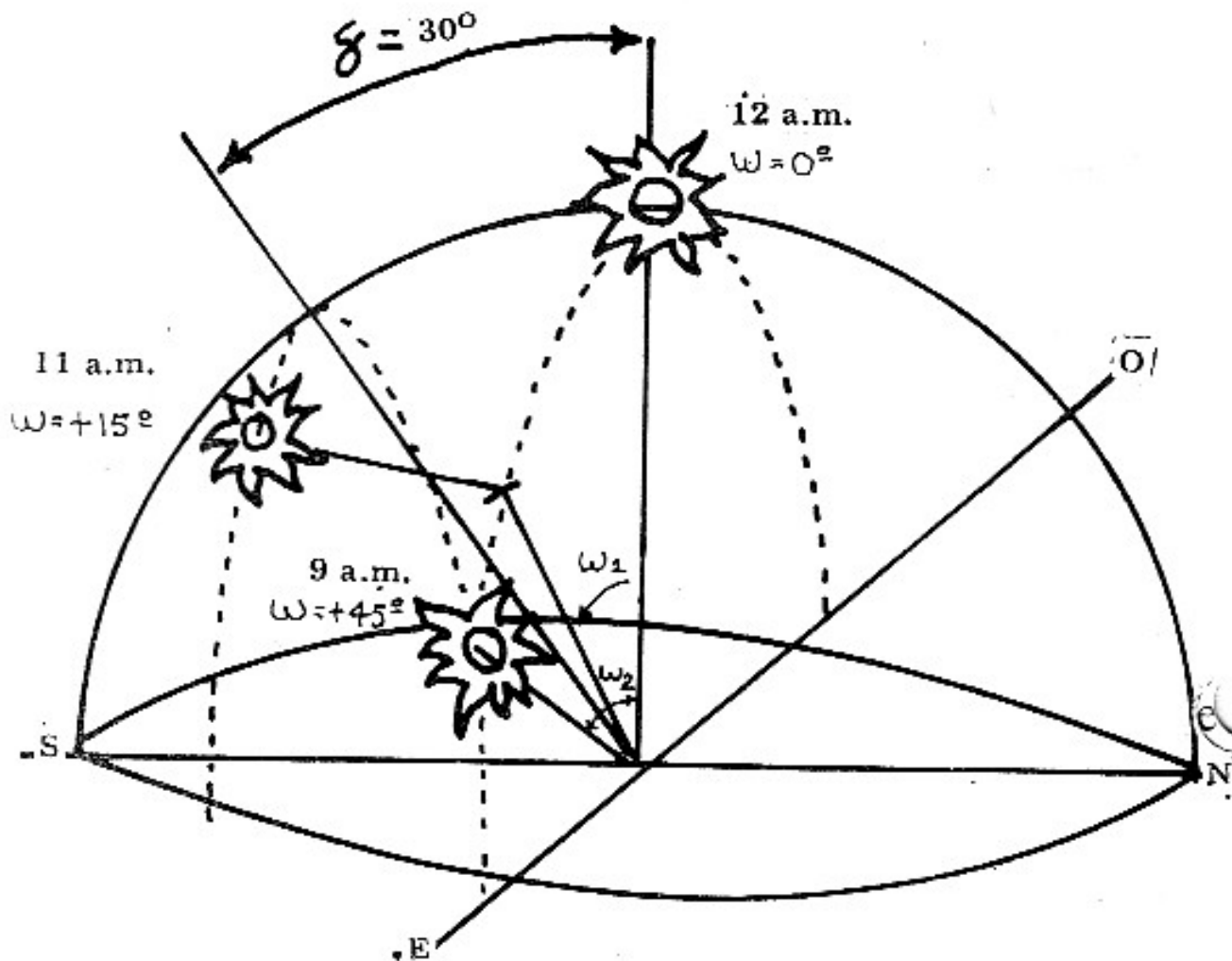
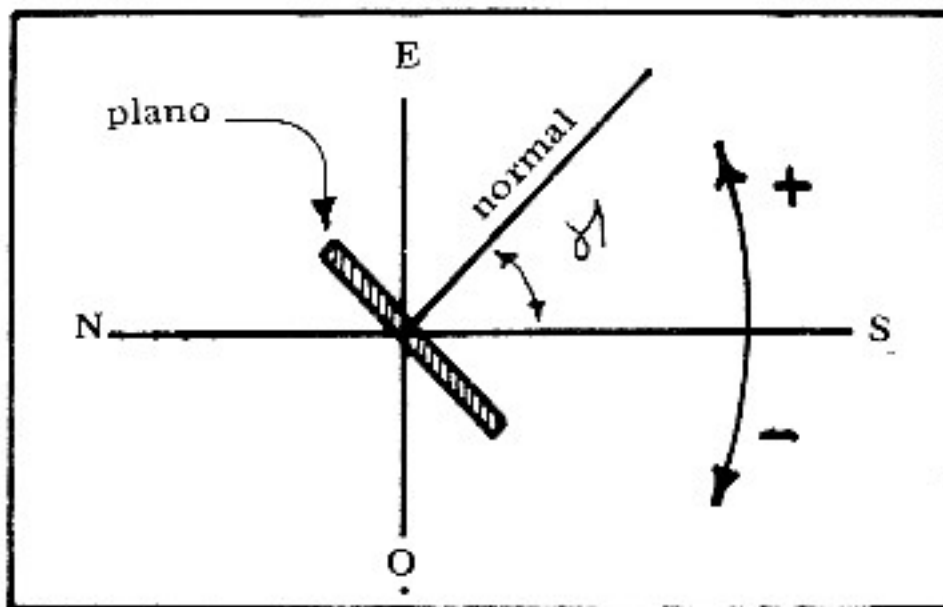


GRAFICO 4. Angulo de azimut de superficie  $\delta$



El ángulo de declinación varía de acuerdo a los días del año: sus valores extremos aparecen en la figura 5. De la normal al plano del Ecuador la declinación varía 23° considerándose positivos los valores hacia el Norte y negativos hacia el Sur. También se muestra en esta figura las posiciones extremas con que observamos el Sol para nuestra latitud que es de 10° Norte.

Es importante conocer el valor de la declinación para diferentes días del año. Esto se puede lograr con la siguiente ecuación:

$$\delta = 23.45 \text{ sen} \left[ 360 \left( \frac{248 + n}{365} \right) \right] \quad (1)$$

donde n es el día del año. En la tabla 1 aparecen algunos valores de  $\delta$ .

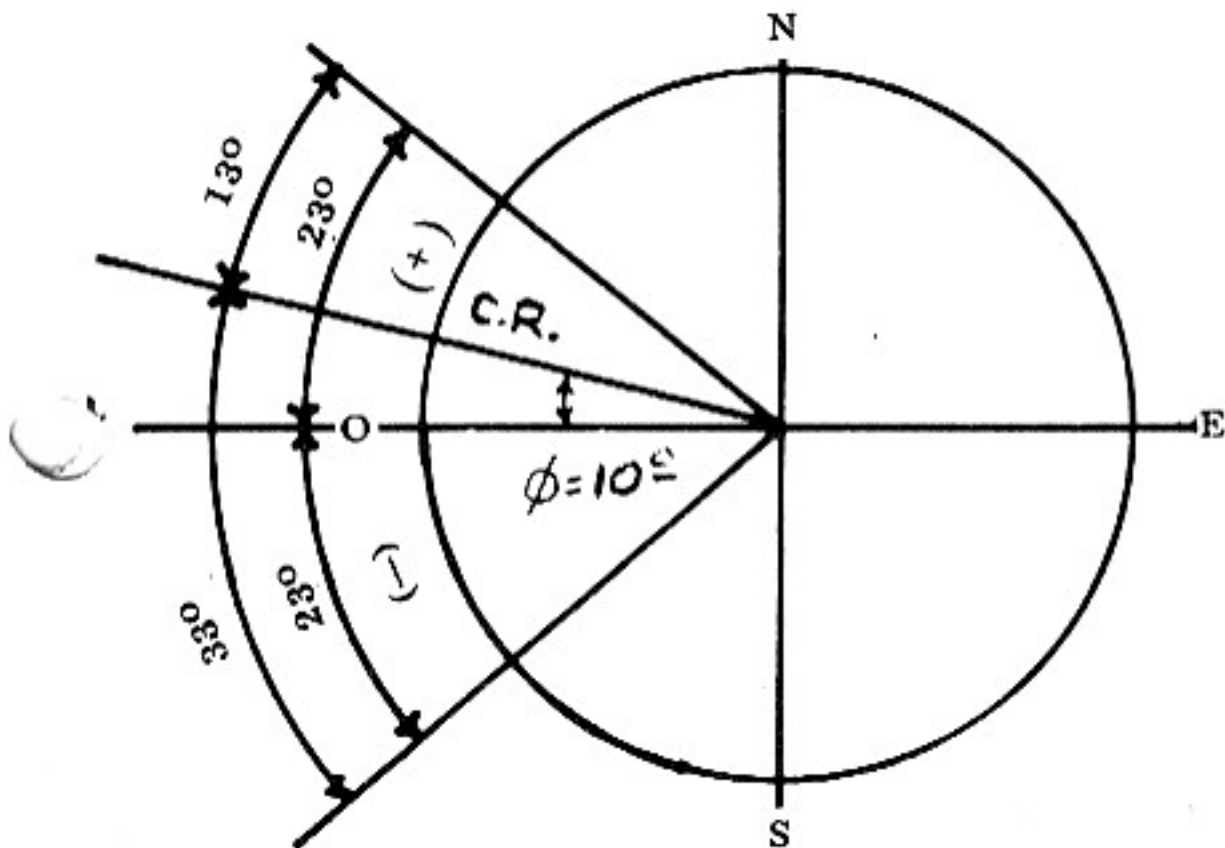
TABLA 1. Valores de  $\delta$  para diferentes días

n, días	10	40	81	100	175	263	300	355	365	1	7
$\delta$ °	-22	-15.2	0.0	7.53	23.4	0.2	-13.7	-23.4	-23.09	-23.01	-22.4

La ecuación que finalmente nos interesa, es la que nos da el ángulo de incidencia  $\theta$  de la radiación directa incidente sobre la superficie de exposición.

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \text{sen} (\delta) \cos (\zeta) \text{sen} (\phi) - \text{sen} (\delta) \cos (\phi) \text{sen} (\zeta) \cos (\gamma) \\ & + \cos (\delta) \cos (\phi) \cos (\zeta) \cos (\omega) \\ & \cos (\delta) \text{sen} (\zeta) \text{sen} (\delta) \text{sen} (\omega) \\ & + \cos (\delta) \text{sen} (\phi) \text{sen} (\zeta) \cos (\delta) \cos (\omega) \end{aligned}$$

GRAFICO 5. Valores de la declinación  $\delta$



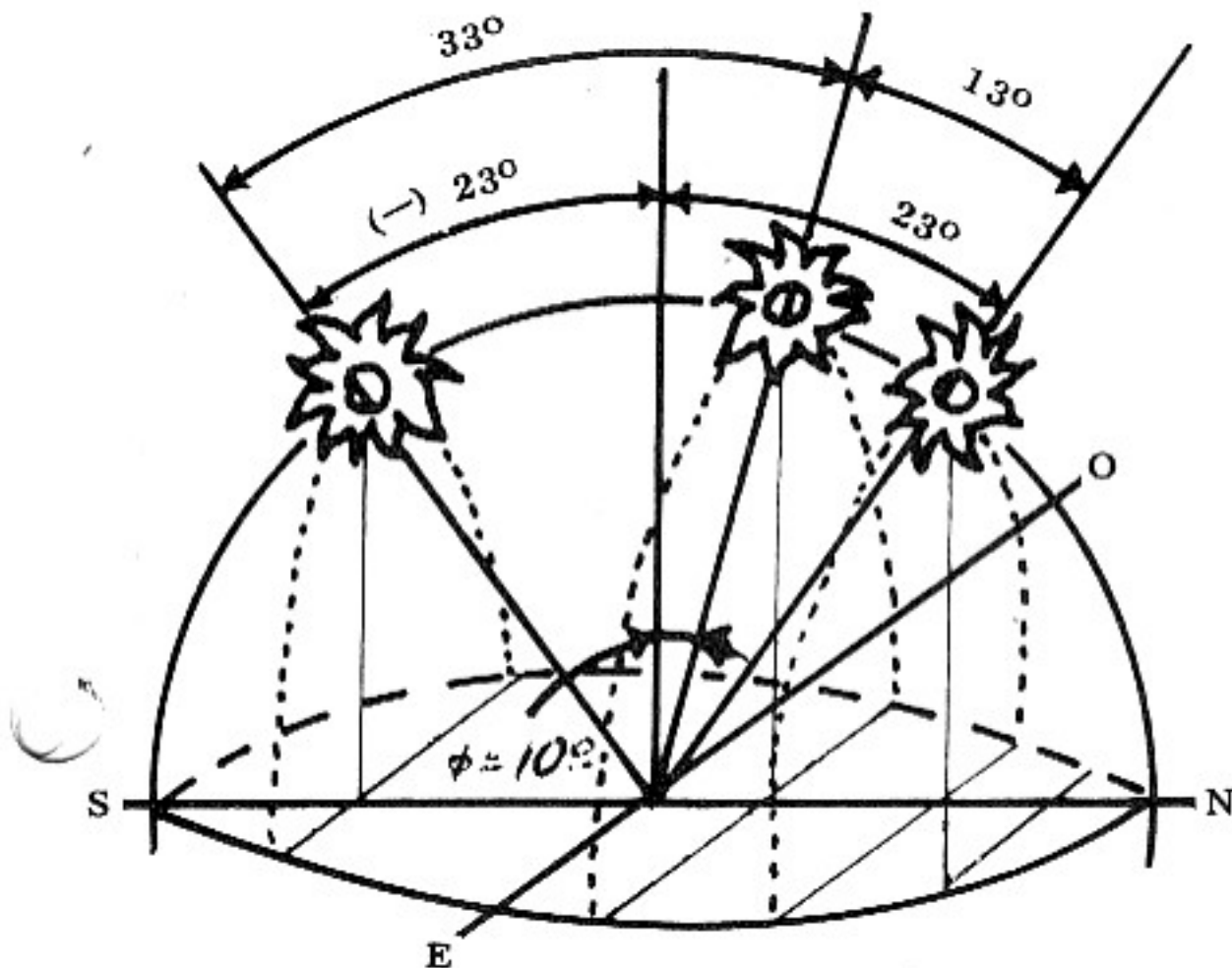
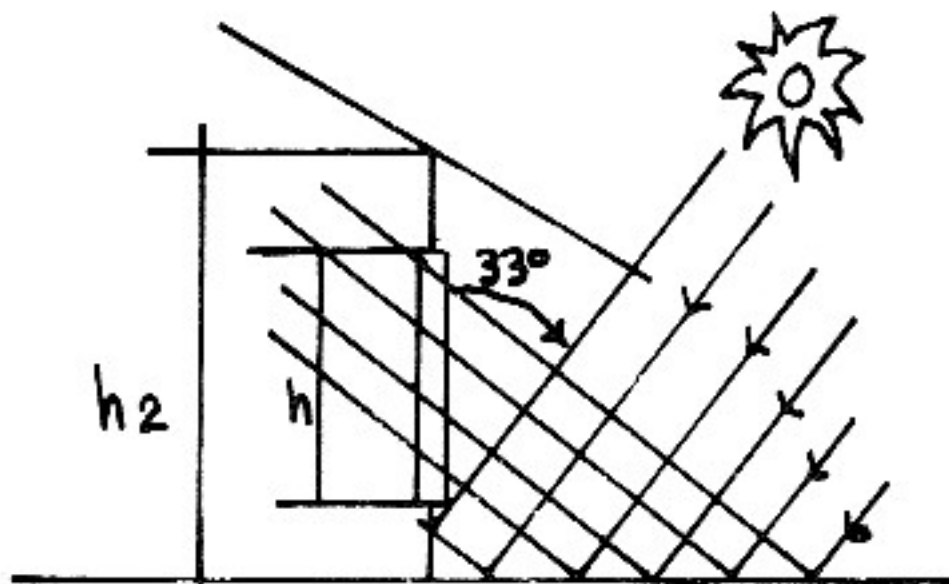


GRAFICO 6. Dos formas de evitar la radiación directa.



a) Por medio de un techo.

La importancia de esta ecuación estriba en que nos permite predecir el ángulo con que incidiría la luz proveniente directamente del Sol sobre las ventanas del recinto. Si deseamos que la radiación directa penetre en el recinto para calentarlo será necesario dotar a las ventanas de un sistema que nos permita regular la cantidad de energía que penetra para estabilizar la temperatura interior y proteger los objetos interiores de una excesiva exposición a los rayos solares que los pueda deteriorar. En estos casos se puede hacer uso de materiales para las paredes y los pisos que se caracterizan como buenos almacenadores de calor.

Si por el contrario se desea evitar la radiación directa sobre el recinto se puede colocar un techo sobre la ventana o bien inclinar las ventanas convenientemente como se muestra en la figura 6.

En nuestra latitud dado que el Sol pasa la mayor parte del tiempo inclinado hacia el Sur donde alcanza una inclinación máxima de 33°, las ventanas orientadas hacia el Sur recibirán radiación directa

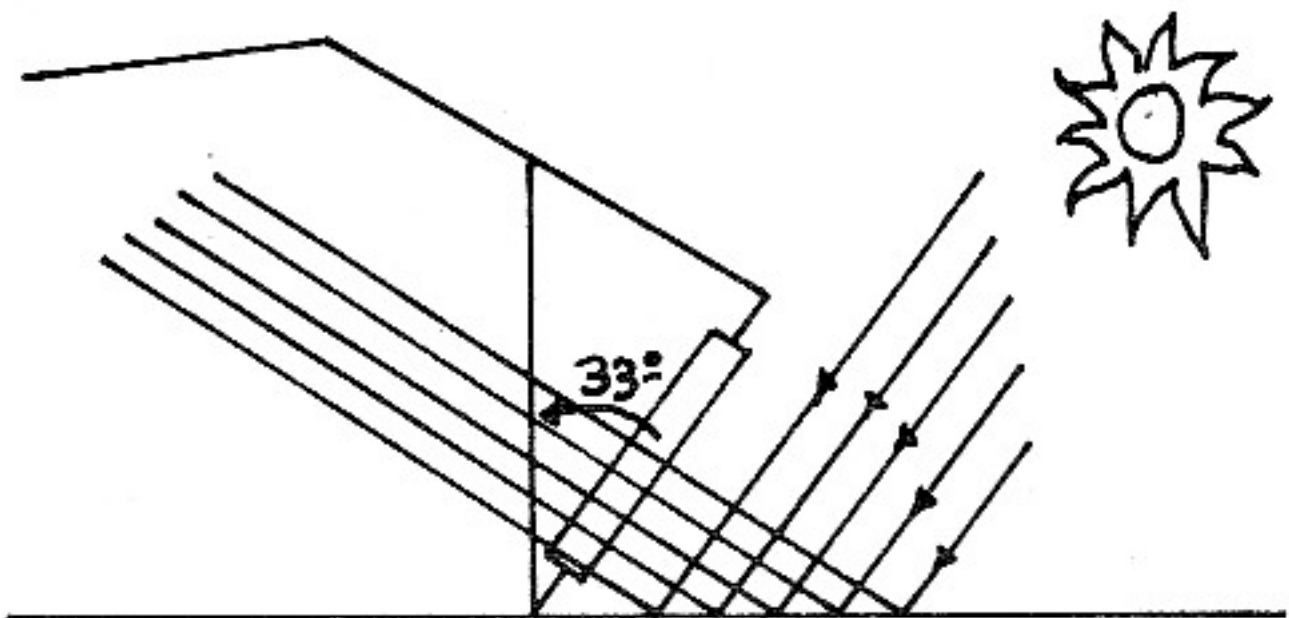
TABLA 2. Porcentajes de reflexión para diversos materiales.

Coef. de Reflexión %	27	40	7	6	25
Material	Cemento	Concreto	Asfalto	Zacate (oscuro)	Vegetación

durante más tiempo que sobre las que estén orientadas hacia el Norte. Esto se cumple si la orientación de la ventana es paralela a alguno de los ejes cardinales. Si por el contrario está girada en cierto ángulo, por ejemplo hacia el Oeste, las ventanas del Sur recibirán menos radiación que antes durante el día, mientras que las ventanas del Norte van a recibir más. Ver fig. 7. El ángulo de incidencia en cualquier caso podrá ser estimado por medio de la ecuación (2).

La luz reflejada por la superficie exterior del recinto, tiene mucha importancia en la iluminación de las partes altas del cuarto, como se aprecia en la figura 6.

GRAFICO 6: Dos formas de evitar la radiación directa



b) Inclinando las ventanas.

**b) La luz reflejada por la superficie exterior**

Como se mencionó anteriormente la luz reflejada en la parte exterior cerca de la ventana iluminará las superficies superiores del interior, debido al ángulo de incidencia de la radiación directa. Se precisa conocer el coeficiente de reflexión del terreno (zacate, cemento, block, asfalto, etc.) para poder determinar el porcentaje de la energía luminosa que alcanza la ventana; en este punto interviene el valor de la transmitación del vidrio para poder determinar el nivel de iluminación dentro del cuarto. Si las superficies exteriores poseen coeficientes de reflectancia altos, será preciso utilizar vidrios reflectivos para evitar niveles de iluminación muy elevados que causen fatiga visual.

En la tabla 2, aparecen algunos coeficientes de reflexión típicos.

El porcentaje de luz reflejada que alcanza la ventana está sujeto a sufrir grandes cambios por la modificación natural o premeditada del conjunto.

**c) Luz proveniente de toda la bóveda celeste**

Este es otro factor que será sujeto a incertidumbre. Nubosidades impredecibles pueden producir variaciones mayores de 100% en el nivel de iluminación. En este caso resultaría muy conveniente el poseer los niveles de iluminación sobre superficies horizontales y verticales en diferentes épocas del año y para diferentes localidades.

La suma de los niveles de iluminación de estos tres casos que nos dará el nivel final de iluminación con que podemos contar.

La iluminación natural es un sistema alternativo que debe ir acompañado de un sistema de iluminación convencional para compensar las variaciones que el primero posee.

En los edificios públicos donde el nivel de iluminación es más crítico que en los hogares, se debe contar con toda la información necesaria antes de emprender un diseño.

De cualquier manera debemos tratar de utilizar siempre que sea posible la iluminación natural que proviene de una fuente inagotable, incontaminante y gratuita.

**TABLA 2. Porcentajes de reflexión para diversos materiales.**

Coef. de Reflexión %	27	40	7	6	25
Material	Cemento	Concreto	Asfalto	Zacate (oscuro)	Vegetación





