

ILUMINACION NATURAL EN LOCALES DE OCUPACION DISCONTINUA

Enrique Lantero, arquitecto.

Un edificio, un local cerrado, no es, en principio, más que una defensa contra las inclemencias del tiempo.

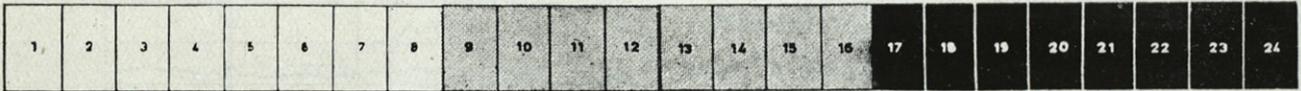
Dentro de los locales habitados, la técnica trata de reconstruir las condiciones climáticas óptimas para cada actividad. Condiciones regulares, sin cambios bruscos, que permiten el desarrollo seguro y continuado del trabajo, el sueño, la vida de hogar, las diversiones, etcétera; pero cuyas características, que responden a las exigencias biológicas del hombre, son esencialmente las mismas, cualitativamente, que imperan en la intemperie de la que nos defendemos.

Por tanto, la consecución de las condiciones climáticas interiores presentan dos caminos: uno es aislar el edificio de toda influencia exterior y crear dentro de él, artificialmente, el ambiente deseado; éste es el caso de los edificios con aire acondicionado, luz artificial,

etcétera. El otro camino es aprovechar las fuentes de energía que originan las condiciones exteriores y transformar sus efectos para lograr las condiciones óptimas; éste es el caso de los edificios con ventilación natural, iluminación natural y calefacción o refrigeración por bomba térmica.

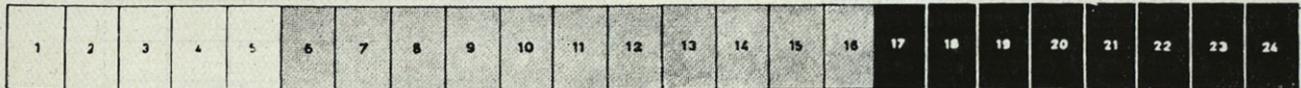
La necesidad de lograr un ambiente bien ajustado a las características biológicas y fisiológicas del hombre que lo ha de ocupar, destaca si se tiene en cuenta la prolongada permanencia en locales cerrados, a que nos obliga la vida moderna.

En este artículo vamos a tratar de un aspecto muy concreto del problema general de la reproducción controlada del clima en los locales cerrados. Trataremos de presentar algunas ideas sobre iluminación natural en



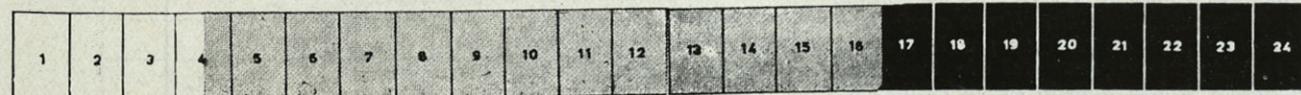
En el campo

Las personas que viven en el campo pasan la mayor parte de su tiempo al aire libre. Sin embargo, en el transcurso del año este período no es tan grande. Tanto por las inclemencias del tiempo como porque existen una serie de faenas que, aunque propiamente agrícolas, se realizan en locales cerrados. Por todo ello, el tiempo medio que el agricultor está al aire libre en los mejores días del verano no pasa de ocho a nueve horas, y, por tanto, quince a dieciséis en sitios cerrados. En invierno, el tiempo medio que está en el exterior no es superior a las cinco horas.



En la pequeña ciudad

Para los habitantes de las pequeñas ciudades, el tiempo transcurrido en locales cerrados es notablemente superior al de los agricultores. Los espacios libres están, es cierto, muy próximos a los lugares de trabajo y a las viviendas; pero las horas libres de que disponen son muy pocas, y las gentes las pasan, en su mayoría, en locales cerrados.



En la gran ciudad

Aquí la luz, el sol y la Naturaleza están prácticamente proscritos. Se ensucia el cielo con los humos de las chimeneas y se sacrifica la vegetación a la especulación del terreno; los edificios, cada vez más altos, tapan unos a otros al sol. El trabajo de los habitantes de la gran ciudad les obliga a permanecer no más de cuatro horas al aire libre de las veinticuatro del día; y estas cuatro horas se emplean casi en su totalidad en el transporte. El cine, el teatro, el café, absorben, en locales cerrados, las horas libres de los hombres y mujeres de nuestras grandes ciudades.

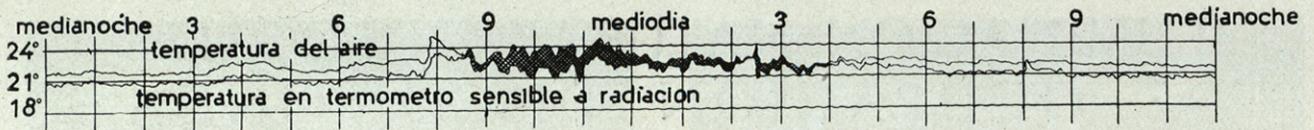


Gráfico de las variaciones de la temperatura del aire registrada en el termostato y de la temperatura leída en el termómetro de esfera durante los experimentos realizados en el colegio de Moline. Se observa que durante las horas del día, que son las de ocupación, la temperatura del termómetro de esfera es superior a la del aire, y queda así patente la neutralización de las radiaciones frías del cristal por la radiación solar directa o reflejada.

locales de ocupación discontinua, tales como oficinas, escuelas, etc.

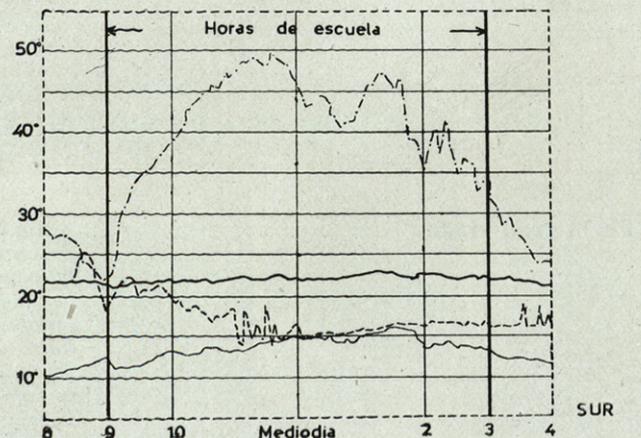
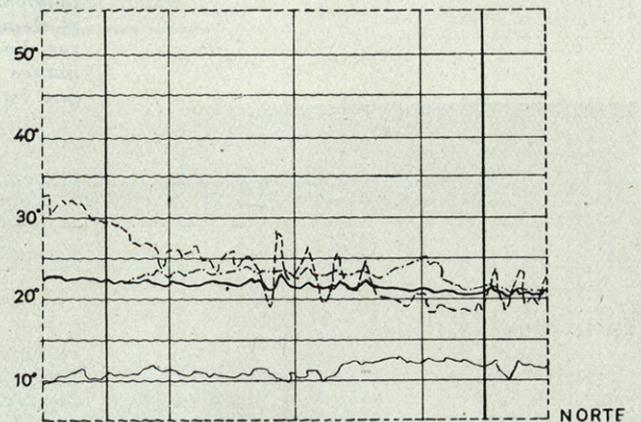
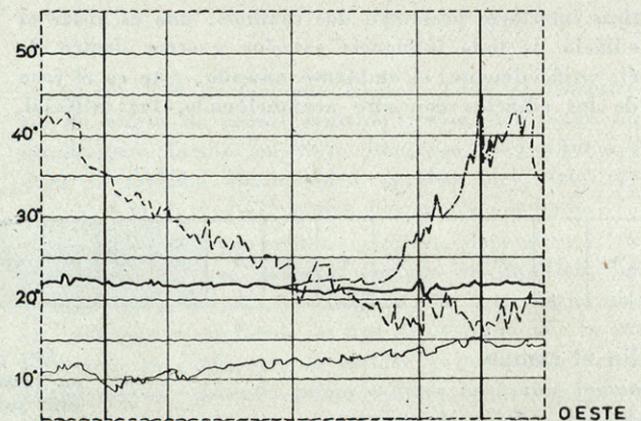
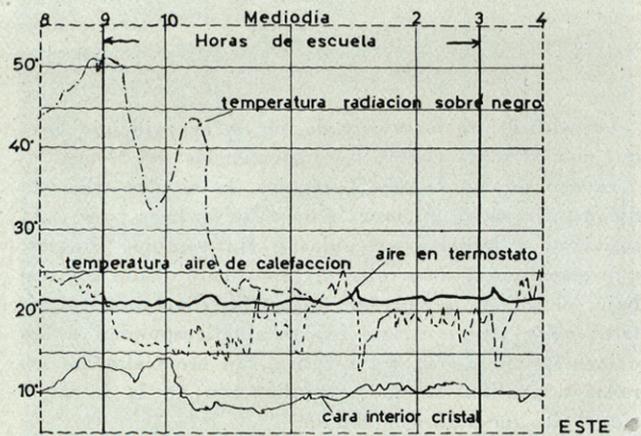
Las condiciones óptimas de la iluminación de un local son difíciles de determinar, pues no existen normas de comodidad visual subjetiva ni objetiva. No obstante, puede contarse con una serie de datos sobre la bondad de la visión, obtenidos empíricamente estudiando las condiciones resultantes de locales ya construídos, en los que la introducción de alguna característica especial permite la observación favorable de algunos aspectos.

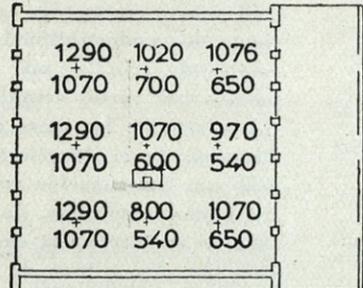
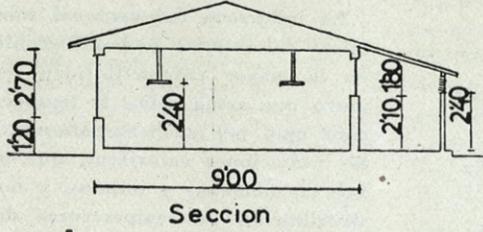
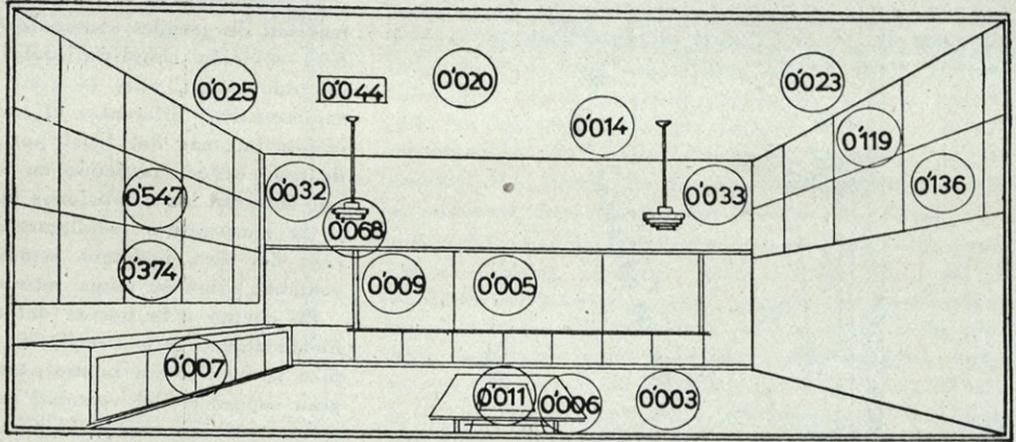
De este tipo de estudios son las normas que reproducimos, contenidas en la Lighting Survey Form C-S-49, en las que se recomiendan como buenos ciertos contrastes de esplendor. En general, estas normas pueden reducirse a dos:

- a) Elevar lo más posible el nivel general de iluminación para evitar el uso de luz artificial, que es de peor calidad, y lograr la mayor profundidad en la zona útil para el trabajo.
- b) Evitar los contrastes de esplendor excesivos entre la tarea y las superficies de fondo.

Gráficos de las temperaturas leídas en: Superficies negras (radiación solar directa y reflejada), aire en el termostato (aire ambiente), aire de calefacción (más alta o más baja que la ambiente, según las necesidades) y en la cara interior del cristal.

- a) Orientación Este: Fué necesario refrigerar (aire de calefacción a temperatura inferior a la ambiente) durante casi todo el tiempo de ocupación, aunque la temperatura exterior oscilaba entre los 0° y los 5°C. La temperatura del aire ambiente medida en el termostato se mantuvo entre los 20 y 22°C, excepto una elevación a 24° al volver los alumnos después del almuerzo.
- b) Orientación Oeste: Fué necesario calentar hasta el mediodía. Por la tarde, sin embargo, hubo que recurrir a la refrigeración.
- c) Orientación Norte: Este aula, que no recibe sol directo, requiere una calefacción moderada y una refrigeración imperceptible.
- d) Orientación Sur: Una ligera calefacción para la puesta en régimen por la mañana y refrigeración el resto del día. Todos estos datos se han tomado en un edificio de planta baja, situado en terreno lo suficientemente amplio para que no haya obstrucciones al paso del sol. Esta circunstancia no se da en los edificios urbanos de oficinas más que en las últimas plantas; pero conviene tener en cuenta que la radiación reflejada en las fachadas opuestas tiene un valor muy considerable, y, por tanto, su influencia puede ser tan notable como la de la radiación directa, según la clase de las superficies reflectoras.





Planta con iluminación natural + artificial y luz natural (lux)



Relaciones de esplendor (STILB)
Superficie / Tarea

Superficie	fact ref	espl stilb	sup tarea	max rec
Tarea	0,70	0,011	—	—
Mesa	0,35	0,006	0,50	0,20
Suelo	0,30	0,003	0,26	0,20
Encerado	0,28	0,005	0,43	0,20
Pared - w	0,60	0,033	2,80	3,00
Ventanal - N	—	0,547	46,00	10,00
Ventana - S	—	0,136	11,40	10,00
Techo	0,80	0,025	2,10	5,00
Tablero	0,30	0,009	0,77	3,00
Lampara	—	0,068	5,70	10,00

LUZ ARTIFICIAL

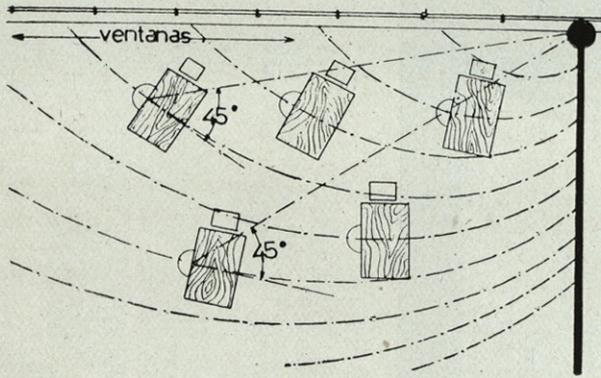
cuatro armaduras de 100 WAT
min ~15lux - max 430 - med 320 lux

CONTROL LUZ NATURAL

boveda celeste norte vista
al sur persianas aluminio

Colegio — El Toro Distrito — El Toro — Calif
Señas — 1,177 5ª Avenida Fecha - 20-feb-49
Tiempo — despejado

Hoja de información sobre condiciones de iluminación y visibilidad (Lighting Survey Form C-S-49), redactada por Ch. D. Gibson y H. L. Wright. Dibujos de la planta, sección y perspectiva del local, consignando únicamente los detalles que afecten a la iluminación. Esplendores: Se miden desde la posición que ocupa la mesa señalada en los dibujos, y se expresan en Stilb. Si el conjunto presenta esplendores altos, se consignan las lecturas más altas de cada área, y si el conjunto presenta esplendores bajos, las más bajas. Si las lecturas se hacen con la luz eléctrica encendida, las cifras deben encerrarse en un rectángulo en lugar de en un círculo.—Iluminación: Las nueve lecturas en lux que figuran en la planta se tomarán en los lugares indicados. La cifra consignada por encima del punto representa la lectura con luz natural y artificial; la lectura por debajo del punto representa la iluminación natural.—Razones de esplendor: En esta tabla se consignan los esplendores de las superficies más importantes para el estudio de contrastes. Lleva una columna con los factores de reflexión, otra con el esplendor en Stilb, otra con la razón de esplendores de superficies a tarea, y, por fin, una columna de máximos recomendables, que deben interpretarse como meta propuesta, aunque no siempre alcanzable.—Luz artificial: Descripción de los aparatos. Se debe reseñar también la iluminación mínima, máxima y media logradas.—Luz natural: Descripción de los sistemas de control de la iluminación natural que se emplean.



Disposición de las mesas de trabajo, ideada por el ingeniero Bernard F. Greene para evitar que el esplendor excesivo de la ventana pueda molestar al que trabaja o a sus visitas. Elegidos los emplazamientos de mesa según las necesidades de circulación y organización del trabajo, se giran de modo que su eje menor forme un ángulo de 45° con la recta que las une al extremo de la banda de ventanas. De esta manera se elimina la ventana del campo normal de visión.

que a ser inferior a la del ambiente (es decir, que la influencia de la radiación solar es suficiente para hacer que, en algunos casos, sea necesaria cierta refrigeración).

En resumen, que durante las horas del día, que son las interesantes en los locales de ocupación discontinua, no es de temer la radiación fría originada en la gran superficie de cristal.

- D) En este caso, los efectos de convección, originados por el cristal frío, se han combatido mediante los convectores colocados debajo de las ventanas, que originan una cortina de aire caliente, que impide la formación de corrientes frías. Queda la duda de si el sistema es verdaderamente efectivo cuando, por efecto de la radiación solar, el aire inyectado va a temperatura inferior a la ambiente, cosa muy posible si se tiene en cuenta que en esas condiciones la temperatura de la cara interior del cristal será más elevada, y, por tanto, serán menores las corrientes de convección que origine.

A los efectos de la iluminación del local, el empleo de grandes ventanales es favorable, puesto que eleva el nivel de iluminación del plano de trabajo y aumenta la profundidad de la zona útil.

Pero el conseguir una gran iluminación no quiere decir que sean buenas las condiciones de visibilidad.

La luz que llega al ojo, la que produce el estímulo visual, es la luz reflejada en los objetos, y depende de la energía incidente, del ángulo de incidencia y del coeficiente de reflexión del objeto, y se mide en Stilb (una bujía \times cm²) y se llama esplendor.

Por otra parte, para lograr unas condiciones de visibilidad correctas es preciso que el contraste entre los esplendores de los objetos que caen dentro del campo visual no sea excesivo y se mantenga dentro de ciertos límites, a los que ya hemos hecho referencia.

En este sentido, el mayor enemigo que encontramos para lograr una visibilidad adecuada es el gran esplendor de la bóveda celeste o del sol visto a través de un

ventanal. La relación entre el esplendor de la ventana y el de la tarea, según la Lighting Form, no debe exceder de diez; pero este número no representa, en realidad, más que la expresión gráfica de un ideal, puesto que con los medios de que hoy se dispone es difícil de conseguir sin rebajar notablemente la iluminación general. Mas dentro de las posibilidades actuales está el mantener esta relación por bajo de 50.

Esta dificultad se suele paliar con artificios, tales como viseras, celosías, persianas, stores, cortinas, etc., con el resultado de rebajar el nivel general de iluminación, como ya hemos señalado. Pero recientemente se ha probado un sistema, cuyos resultados son interesantes, puesto que está construído y pueden estudiarse bien. Se trata de un edificio destinado a las oficinas de la American Stove Company, de San Luis, proyectado por el arquitecto Harris Armstrong. Es un bloque exento, en el que se ha prescindido de utilizar para las oficinas las fachadas Este y Oeste, eliminando así el gran problema y las malas condiciones de iluminación que origina el sol bajo. En la fachada Norte se han empleado exclusivamente grandes ventanales corridos de cristal traslúcido, puesto que no hay posibilidad de visión directa del sol y la bóveda celeste no tiene un esplendor excesivo.

La fachada a Mediodía, en cuyos ventanales el sol ocasionaría esplendores excesivos, va tratada con ventanas corridas también, pero cuya faja superior lleva un nuevo tipo de baldosa de vidrio, que refracta la luz del sol según el ángulo de incidencia, y la proyecta sobre el cielo raso con un ángulo medio de 20° sobre la horizontal. De este modo, se aumenta la profundidad de la zona útil y se disminuye el esplendor, puesto que, desde los lugares de trabajo, la visual no coincide con la dirección de la luz refractada, y, por tanto, el esplendor excesivo cae fuera de la zona normal de visión.

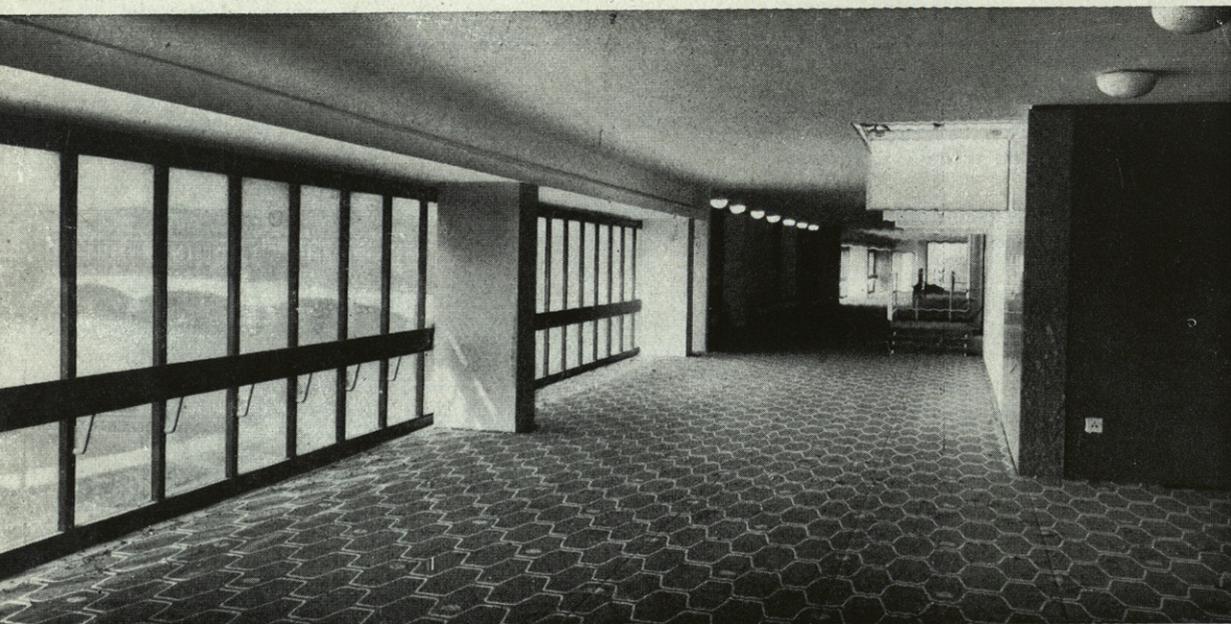
La relación entre el esplendor de la ventana en las diferentes épocas del año con el de la tarea excede de 10, aunque queda por debajo de 50. Esto quiere decir que, en algunos casos, puede llegar a ser molesto. Para mejorar estas condiciones, el ingeniero Bernard F. Greene ha ideado un sistema de disposición de mesas de trabajo, con el que se consigue que ni el que trabaja ni sus visitas tengan nunca la ventana dentro del cono normal de visión de 45°.

Conclusiones:

- 1.^a Para lograr un nivel alto de iluminación en los locales de ocupación discontinua, es aconsejable el empleo de grandes ventanales corridos.
- 2.^a Los efectos térmicos de la gran superficie fría deben combatirse en cuanto a las corrientes de convección que originan, pues los efectos de radiación quedan compensados por la radiación solar directa o reflejada.
- 3.^a El empleo de ventanales corridos con la parte superior cuajada con baldosa direccional en las orientaciones al Mediodía da buenos resultados, pues se logra aumentar la penetración de la luz y se mantienen los contrastes entre superficies y tareas dentro de límites aceptables.

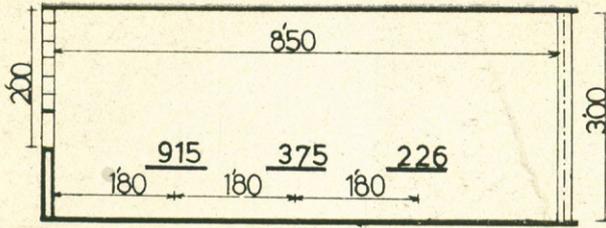


Los ventanales corridos y de dintel alto proporcionan una iluminación profunda y un alto nivel luminoso; pero tienen el inconveniente, entre otros, de permitir la visión de la bóveda celeste. Esta superficie de gran esplendor trastorna el equilibrio de esplendores necesario para la visión perfecta. Las fotografías que ilustran este caso están hechas desde un punto de vista alto; de este modo eliminan la bóveda del campo de visión y falsean el efecto real.

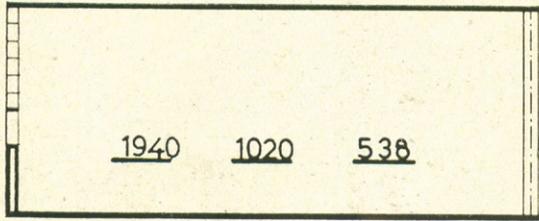
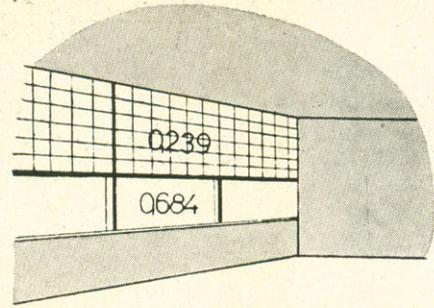




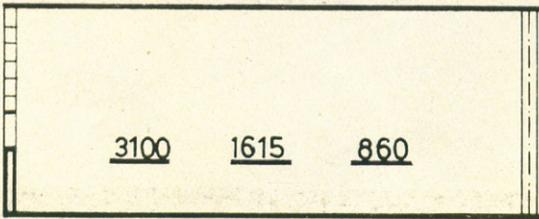
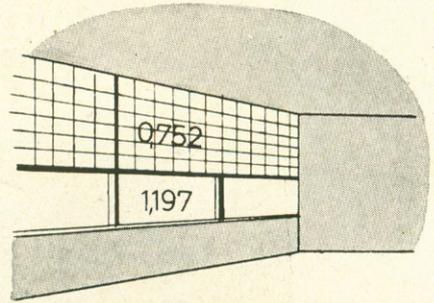
*Hotel Commodore, en Madrid.
Arquitecto, Luis Gutiérrez Soto.*



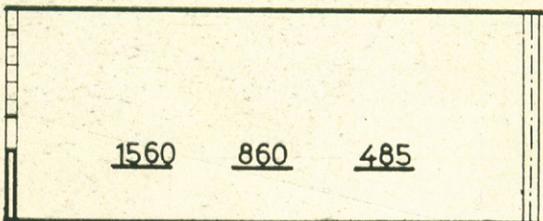
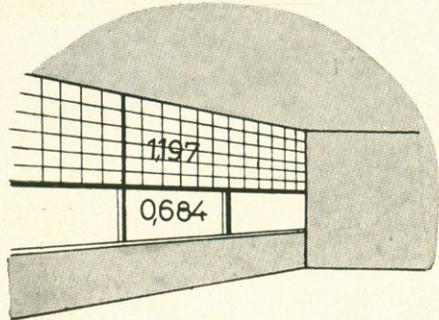
dia nublado



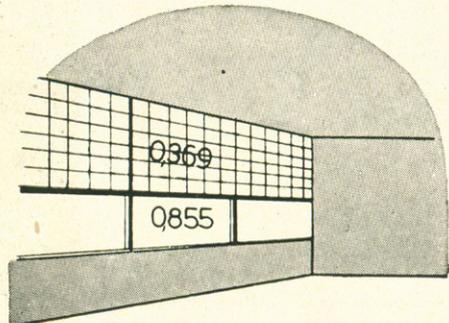
sol a 20°



sol a 40°



sol a 60°



ILUMINACION EN LUX

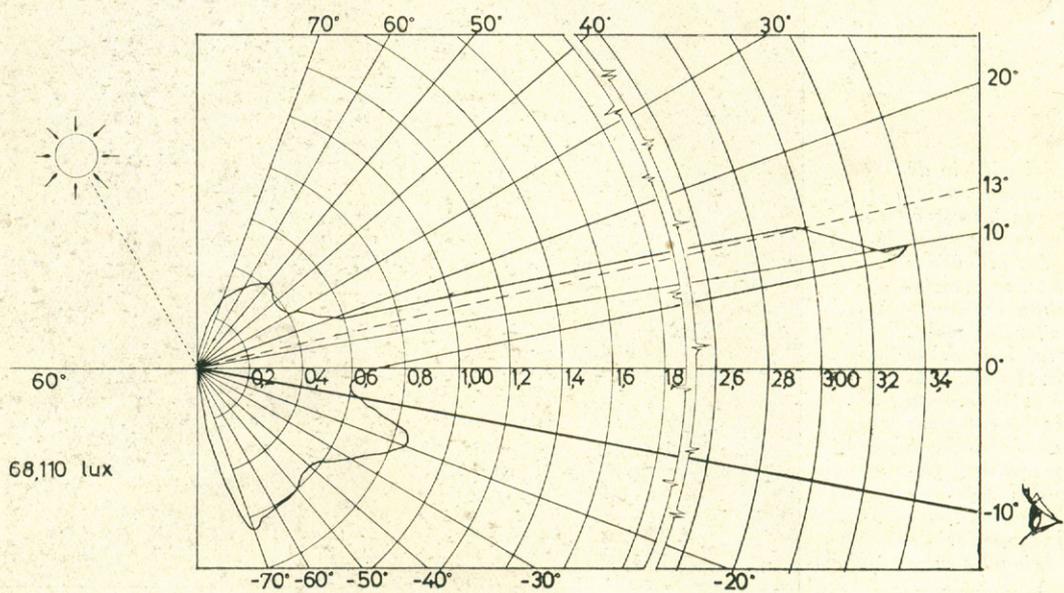
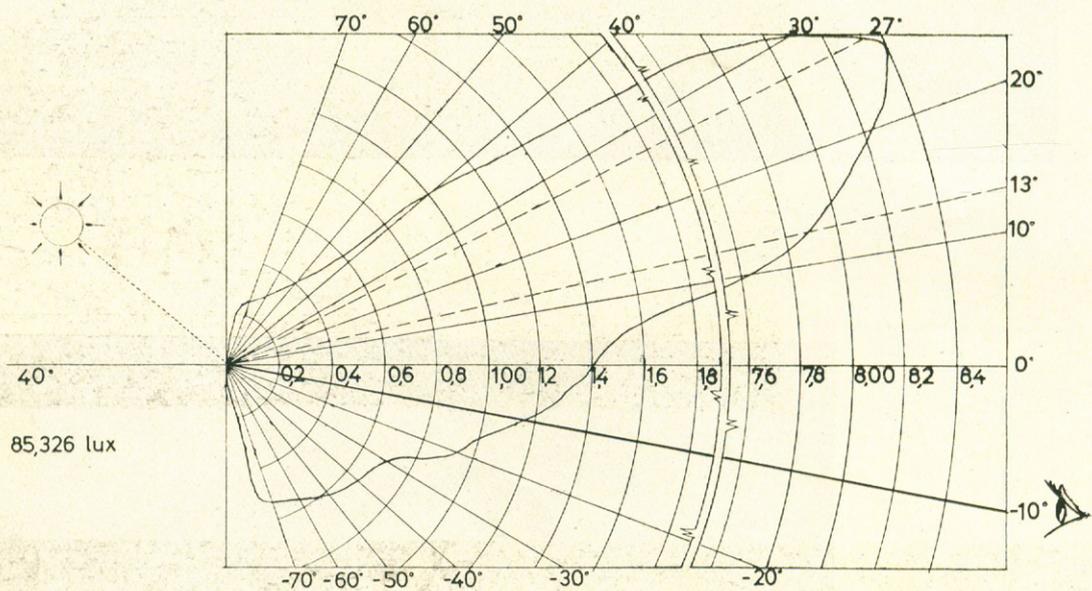
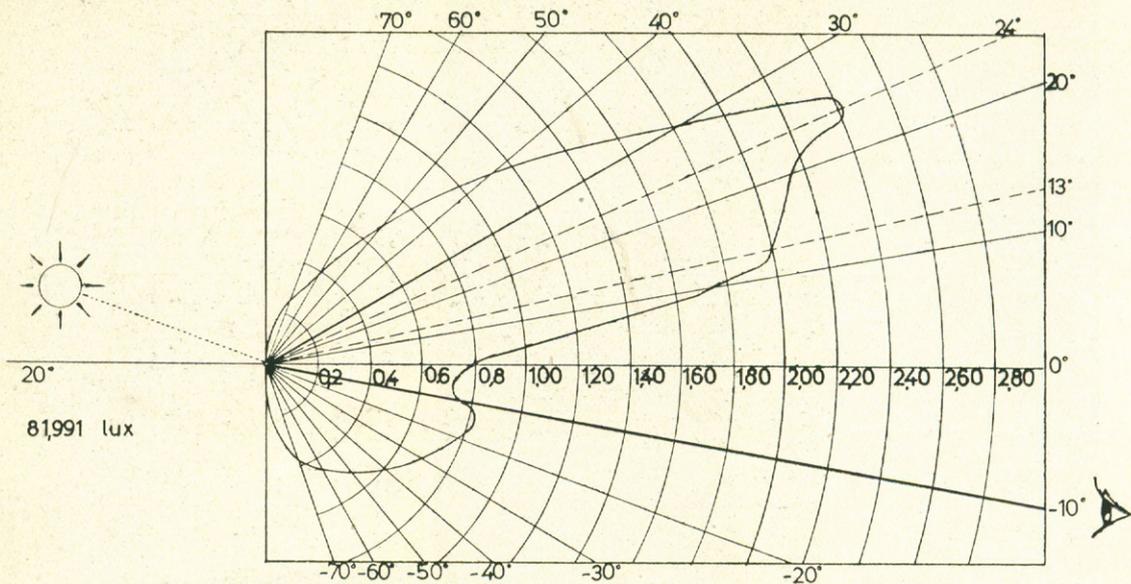
ESPLENDOR EN STILB

Oficinas orientadas a Mediodía en el edificio de la American Stove Co. a) Día nublado. Buena iluminación en todas las mesas; si las ventanas fueran de cristal transparente, el nivel sería más alto en las mesas próximas al ventanal. b) Con el sol a 20° sobre el horizonte, situación típica del invierno, la banda de baldosa adquiere mayor esplendor; pero el contraste con las paredes es aceptable. Buena iluminación en las mesas interiores. El contraste de esplendores de baldosa a tarea es de 50/1, aceptable para zonas perimetrales. c) Sol a 40° sobre el horizonte, situación típica de la primavera y otoño. Es el caso más desfavorable en el empleo de las bandas de baldosa direccional. El esplendor de la baldosa es fuerte, aunque el contraste con la tarea oscila dentro de la razón 50/1. d) Sol a 60° sobre el horizonte, situación en verano. En este caso es cuando mejor es el rendimiento de la solución empleada. El esplendor de la banda de baldosa es bajo, la iluminación general muy buena y el contraste de esplendores baldosa a tarea es de 26/1, relación muy próxima al ideal.



Fotografías del edificio de la American Stove, en las que se observan las características de construcción. En las fachadas orientadas a Este y Oeste, se prescindió en absoluto de ventanas, para evitar los malos efectos del sol bajo sobre el horizonte. La fachada Norte, toda ella abierta con grandes ventanales transparentes. La fachada Sur, con ventanales formados por dos fajas de cristal: la inferior transparente y la superior de aldososa direccional traslúcida.





Gráficos de distribución de esplendores, según las direcciones del sol incidente y el nivel luminoso exterior. Se observa que los máximos quedan dentro de una zona que forma un ángulo de unos 20° con la horizontal, y que las visuales desde los lugares de trabajo inciden en zonas de esplendor bajo.

Stand de la luna Securit en la Feria de Muestras de Milán 1951. Vista de uno de los cuatro elementos iguales que lo componen. Está formado por tres hojas de vidrio dispuestas en ángulo de 120°, cubiertas con un cielo de planta exagonal en el que quedan empotradas, sujetándose abajo en un zócalo de aluminio mate.



Vista de noche de la Sala de Exposiciones del edificio central de la American Stove Co., en St. Louis, EE. UU.

