

PROTECTOR SOLAR CON BAJA FLUCTUACION DE TRANSMITANCIA LUMINICA

Juan Carlos Rall •

Centro de Estudios del Ambiente Humano
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (UNR)
Riobamba 220 bis - 2000 ROSARIO
teléfono: (041) 817945; fax: (041) 257164; e-mail: juancarlos@sifasf.edu.ar

RESUMEN

Se describe un protector de tipo persiana, para ser utilizado en orientaciones alejadas del punto cardinal norte, con el fin de moderar las oscilaciones del ingreso de luz natural -característica de los parasoles habitualmente allí empleados- mediante el recurso de inclinar las directrices de las láminas que lo componen hasta disponerlas paralelamente al plano ecuatorial terrestre, en tanto que el diedro formado por sus generatrices y dicho plano, tiene una abertura directamente relacionada con las particularidades y el período de protección deseados.

INTRODUCCION

Desde siempre se ha recurrido a múltiples ingenios para intentar el control de la energía termolumínica que brinda la naturaleza. La dificultad que ello involucra se debe a que las necesidades humanas de calor y luz varían diaria y anualmente según ciclos que en general no coinciden con los de provisión solar. Esa regulación requiere con frecuencia dos estrategias opuestas frente a la radiación: protegerse de ella o complementarla según sea el caso. Nos ocuparemos aquí de la primera.

Se puede necesitar la protección antedicha para:

- disminuir la ganancia térmica que produce la energía solar, cuando resulte excesiva,
- impedir el deslumbramiento causado por los rayos directos o su incidencia sobre superficies desde donde por reflexión puedan ocasionar molestias,
- transformar radiación directa en difusa,
- atenuar la radiación difusa excesiva.

En cuanto a una clasificación estricta de los protectores, la misma se ve dificultada por el elevado número de tipos diferentes y la variación insensible que se da entre ellos. Tomando en cuenta sólo su continuidad superficial podríamos reconocer dos clases: sombrillas y parasoles. Sombrillas si ofrecen una superficie continua, o discontinua pero de trama bastante cerrada, utilizando elementos que pueden ser tanto opacos como traslúcidos (ej.: sobretechos, persianas, toldos, cortinas). Parasoles si tienen una trama muy abierta y están constituidos por elementos tales como aletas, tablillas, celdas, etc.

De acuerdo a este enfoque, con un cambio de escala una sombrilla al abrir su trama (manteniendo sus relaciones geométricas) podría llegar a ser considerada como parasol. En consecuencia sería deseable otra clasificación teniendo en cuenta, por ejemplo, el valor del factor angular de la bóveda celeste visible. Por otra parte resulta necesario considerar las distintas posibilidades de montaje y maniobra, con lo que tendríamos que hablar -además- de protectores fijos, móviles y removibles dentro de los casos anteriores. Hasta tanto no sean mejor precisadas estas definiciones, preferimos utilizar el nombre genérico de protector.

Una de las variables que origina la existencia de tantos tipos diferentes es la orientación de los planos que deben resguardarse. Por ejemplo, el control de la irradiación sobre las superficies con acimut sur o norte se resuelve con facilidad. Las recomendaciones ya clásicas para la franja subtropical son que las primeras se protejan mediante aletas fijas verticales, mientras que en las segundas se empleen fundamentalmente aleros o aletas de directriz horizontal.

- Investigador del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario

Distinto es el caso de las orientaciones que se apartan bastante del norte y el sur, consideradas "difíciles" debido a que durante parte del día los rayos solares inciden con una dirección casi perpendicular a las superficies que deberán protegerse, y sucede así a lo largo de todo el año. Tradicionalmente se ha enfrentado el problema con aletas móviles o con una combinación de planos fijos con directrices verticales y horizontales e inclinaciones varias, formando cajas tanto más profundas cuanto más alejados del meridiano se esté. La primera solución, si bien permite menores oscilaciones fotométricas durante el período de insolación, requiere para lograrlo un ajuste posicional permanente para no disminuir en demasía los niveles de iluminación, mientras que cuando se trate de casetonados estáticos será imposible evitar, a riesgo de resultar muy "cerrados", apreciables variaciones de flujo luminoso durante la jornada de insolación.

La razón fundamental del comportamiento poco satisfactorio de los parasoles diseñados para orientaciones cercanas al orto y ocaso, es la insistencia en utilizar ejes directrices horizontales y verticales, direcciones éstas que casi nunca pueden relacionarse con la trayectoria del astro por el cielo local. En general ocurre de este modo por razones constructivas y de apariencia, de allí que para obtener una mayor eficacia sea necesaria una reconsideración de ambos aspectos.

EL PROTECTOR PROPUESTO

Como respuesta a las reflexiones anteriores, el protector que aquí se plantea está formado esencialmente por láminas cuyo eje longitudinal se asocia al movimiento solar pues está dispuesto en forma paralela al plano ecuatorial terrestre (Fig. 1), quedando inclinado respecto a la horizontal del lugar un ángulo β tal que:

$$\beta = \text{arc tg } |\text{sen } \alpha / \text{tg } \lambda| \quad [1]$$

donde:

- α : acimut de la superficie a proteger (0° en el sur, sentido horario);
- λ : latitud local.

Por otra parte, la inclinación transversal de las generatrices de las placas está relacionada con el lapso en que se desee protección (térmica y/o lumínica). Ese período depende de los límites que al ingreso de los rayos establece el diedro formado por el plano P_1 , definido por la arista delantera de la lámina inferior y la trasera de la superior (Fig. 1), y P_2 que pasa por el borde anterior de la lámina superior y el posterior de la inferior (Fig. 2). Su apertura dependerá de los criterios de protección y aprovechamiento que se hayan fijado y que por lo general definen a lo largo del año tres entornos temporales: siempre protegido, con protección móvil auxiliar y sin protección.

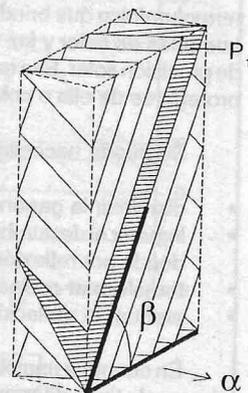


fig.1

No está de más recordar que las decisiones de diseño dependerán no sólo de las características climáticas, sino en especial del tipo de actividad que se desarrolle en el ámbito a resguardar. Así, las tareas escolares o de escritorio no aceptan el ingreso de rayos solares sobre el área de trabajo.

El plano P_2 es el utilizado para separar las zonas de admisión y rechazo de radiación directa. Establecidas la fecha y la hora (θ) del límite sol-sombra que sirven para definirlo, sólo resta definir θ_0 , que es el instante de ese mismo día en que el astro intercepta a P_0 , plano perpendicular al ecuador terrestre y a la fachada a proteger. A continuación se aplicará:

$$\gamma = \text{arc tg } (\text{tg } \delta / \text{cos } \theta) \quad [2]$$

donde:

- γ : valor del diedro formado por P_2 y el plano ecuatorial;
- δ : declinación correspondiente a la fecha límite;
- θ : ángulo entre θ y θ_0 .

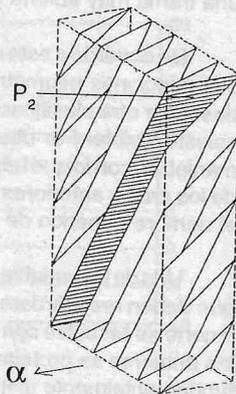


fig.2

Para el valor de declinación se admite cierta tolerancia, por lo que resulta suficiente la expresión que sigue (con error de $\pm 0.5^\circ$):

$$|\delta| = 23^\circ \text{ sen } N \quad [3]$$

donde:

N: número de días (expresado en grados) al equinoccio más cercano.

Respecto a la decisión sobre P_1 , se establece un compromiso entre los valores de transmitancia lumínica, la profundidad de las tablillas y la obstrucción de los rayos deseados. Para resolver prácticamente este problema puede servir el ejemplo que se da más adelante (Apertura del diedro).

Todas las relaciones anteriores siguen siendo válidas en el caso de que el protector se desarrolle en un plano distinto al vertical, es decir que adopte la disposición de un toldo. Pero habrá que tener en cuenta que la trama se irá cerrando a medida que aquella superficie tienda a la horizontalidad.

Ahora bien, desde el punto de vista teórico todo lo aquí expuesto fue considerando láminas infinitamente largas. Como en la práctica ésto no ocurre así, habrá que evitar los rayos que en determinado momento ingresarán por el extremo más elevado, y para ello pueden aprovecharse los elementos estructurales con que habitualmente se las sostiene.

EJEMPLO

Estas son las etapas seguidas en el diseño de uno de los modelos en escala utilizados en las observaciones. Se planteó el problema para Rosario (33°S , 60°W), y como superficie a proteger una ventana con acimut de 255° , ésto es con una desviación de 15° desde el E hacia el N.

1. Determinación del período de protección de los rayos directos

Existen diversos criterios, basados en los registros meteorológicos del lugar. Para este caso se disponía de un diagrama preparado sobre una proyección gnomónica horizontal de la bóveda celeste y fundado en una propuesta de Aladar y Victor Olgyay^[1], que para esta latitud toma como umbral una temperatura de bulbo seco de 21.5C a partir de la cual se recomienda protección. Puede observarse dicho diagrama ya adaptado al acimut de la ventana y con el ocultamiento del plano de fachada (Fig.3). Las zonas irregulares grisadas corresponden a los momentos en que se necesita protección; la más oscura mediante la utilización de protectores fijos mientras que la más clara deberá salvarse con elementos móviles en los meses posteriores al solsticio de verano. En base a estos requerimientos, se decidió adoptar a los equinoccios como fechas-límite para el ingreso de radiación directa, lo que equivale a tomar un ángulo de declinación nulo.

2. Inclínación de las directrices

De la fórmula [1]:

$$\beta = \text{arc tg} |\text{sen } 255^\circ / \text{tg } (-33^\circ)| = 56^\circ$$

3. Apertura del diedro

Como por un lado interesaba el ingreso de los rayos en la época fría, mientras por otra parte se trató de que la trama no fuera muy cerrada, se consideró apropiado un valor algo mayor de 23° (diferencia de declinación entre el solsticio de invierno y el equinoccio) para el ángulo que forman P_1 y P_2 , logrando de este modo que en el SI la penetración de los rayos se produzca con muy poca interferencia.

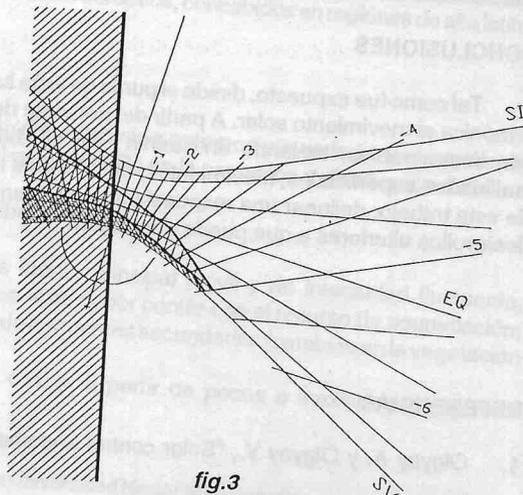


fig.3

OTRAS CONSIDERACIONES

Determinar el tiempo de ocultación es sólo una parte del problema. Existen otros aspectos (fundamentalmente cualitativos) que abarcan un abanico muy amplio de posibles aplicaciones:

Respecto a los colores, la alternativa de pintar de modo diferente los planos del protector, utilizando valores de reflectancia que pueden variar entre 0 y 1 (teóricos), da una idea de la diferencia de resultados que pueden obtenerse con una misma disposición formal-espacial de las placas. Para el exterior, la situación ideal desde el punto de vista térmico estará dada con absorbancias bajas en verano y altas en invierno, en tanto que para no reducir innecesariamente los niveles lumínicos en el interior es preferible la utilización de reflectancias altas, aunque pueden admitirse más bajas si se consideran los aspectos psicológicos (en verano). Un modo de compatibilizar los requerimientos anteriores es pintando de color claro un lado y más oscuro el otro, con la posibilidad de intercambiar la posición de las caras del parasol en determinado momento del año.

Hay otra alternativa potencialmente interesante si existe la posibilidad de rotar al protector un ángulo de 180° alrededor de su eje antero-posterior. De resultados de ese giro, que tendrá lugar en la fecha en que comiencen a atravesarlo los rayos, los mismos dejarán de ingresar y la abertura del protector seguirá permitiendo el paso de abundante radiación difusa.

EVALUACION DE COMPORTAMIENTO

La diferencia fundamental entre este protector y los tradicionales se da en la relación de valores instantáneos sucesivos de radiación visible, sobre todo en las fechas en que se permite el paso de rayos directos, pues mientras que en los primeros ese paso se verifica a lo largo de toda la jornada de insolación de la fachada, en los segundos recién tiene lugar cuando el sol ha superado una cierta altura, con lo que tiene lugar un incómodo período de transición. Luego cualquier verificación deberá basarse en mediciones escalonadas en el tiempo. En tal sentido, estuvimos trabajando con modelos en escala, tomando series de lecturas de luminancia media de su plano interior, mediante el auxilio de una caja con superficies internas de alta absorbancia, donde las únicas aberturas son las de la "ventana" y el sensor (luminancímetro manual Gossen digital) entre las que se interpuso una película difusora para nivelar las variaciones espaciales de flujo. Sobre la parte superior se montó un reloj solar para simular distintas fechas. Si bien no tuvimos problemas para realizar las mediciones de distintos tipos de protectores ¿cómo poder compararlos cuándo tienen distintos períodos de ocultación y diferente transmitancia? (un casetonado con la misma fecha-límite que la del ejemplo anterior tenía un τ casi 4% inferior). Debemos confesar que no hemos encontrado una forma convincente de arribar a resultados de validez general. Varias son las razones de la dificultad: la inmensa variedad de protectores posibles; la aparente necesidad de tener que utilizar valores directos de medición (cd/m^2) en lugar de los relativos como conviene en iluminación natural; y la casi obligación de emitir juicios de valor sobre aspectos difícilmente medibles relacionados con la percepción sensorial. Sería un error recomendar una solución en base a deducciones obtenidas de analizar sólo parte de los parámetros.

CONCLUSIONES

Tal como fue expuesto, desde el punto de vista lumínico este protector ofrece una respuesta más armónica al movimiento solar. A partir del presente desarrollo teórico las posibilidades de concreción son innumerables, teniendo en cuenta las posibilidades de combinar dimensiones, materiales, cualidades superficiales, movimientos, etc. De este modo dejamos establecida la intención principal de este trabajo: delinear una respuesta a un problema concreto y señalar posibles caminos para los desarrollos ulteriores a que pueda dar origen.

REFERENCIAS

1. Olgyay A. y Olgyay V., "Solar control and shading devices"