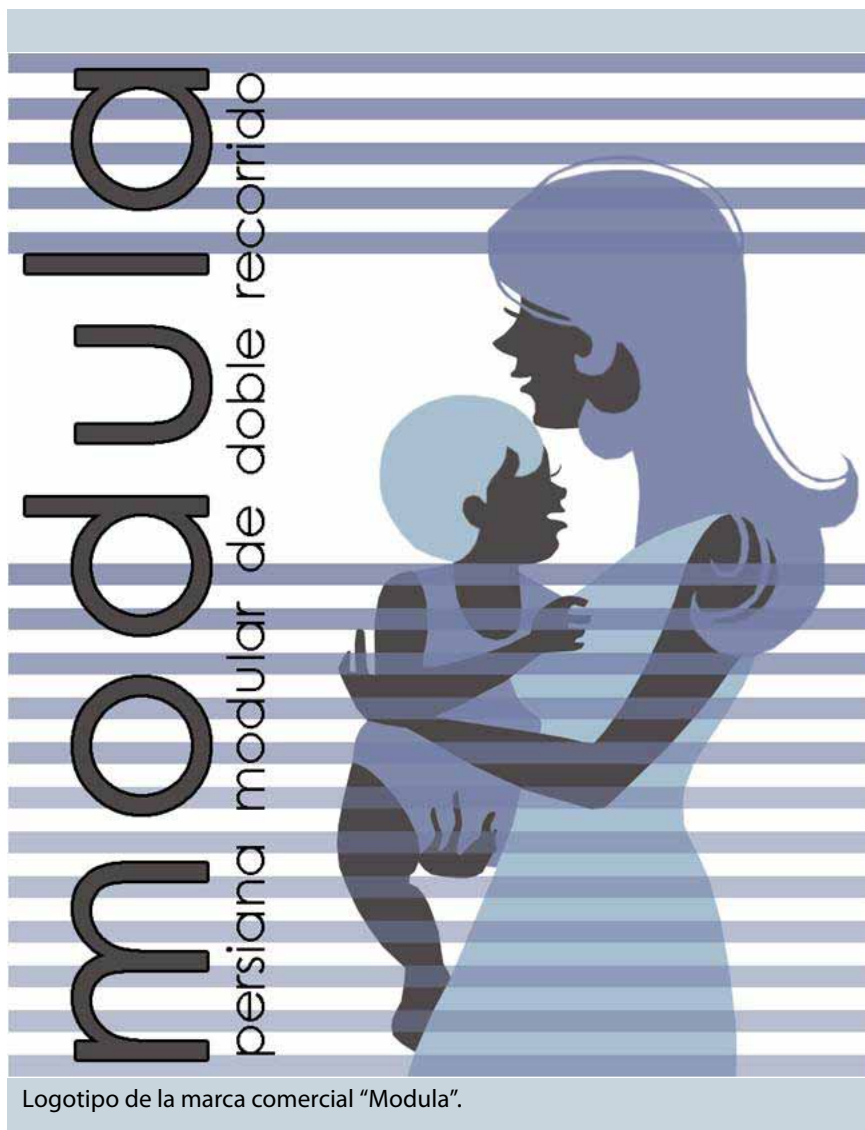


# PERSIANA MODULABLE DE DOBLE RECORRIDO

A. J. Martínez Alarcón · J. Ayuso Sánchez  
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Madrid.



Logotipo de la marca comercial "Modula".

En el objetivo de alcanzar el horizonte 2020, conseguir edificios y ciudades de consumo casi nulo supone partir de situaciones iniciales que necesiten poca aportación energética para corregir los desequilibrios de temperatura y humedad, lo cual significa disminuir la demanda energética de nuestros edificios pero situándonos siempre dentro de unos parámetros de confort.

En las situaciones en que es necesario disipar el calor proveniente del exterior, la medida básica es impedir la entrada de la radiación directa del sol en las horas de mayor temperatura del día. Una persiana convencional no evita la entrada de radiación directa al cerrar el vano desde arriba, permitiendo siempre su paso por la parte inferior del mismo hasta su completo cierre.

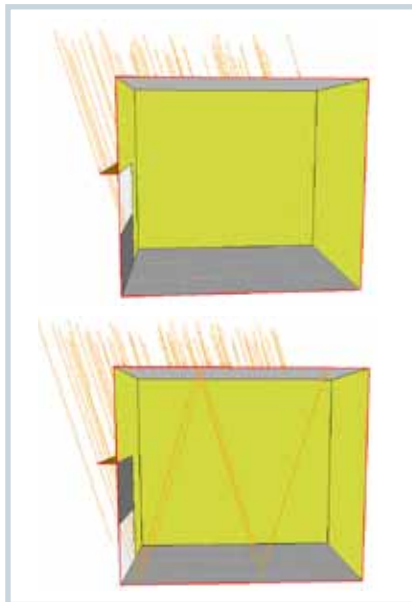
La persiana modulable de doble recorrido "Modula" es un nuevo diseño de persiana que permite el paso de luz solar en sentido inverso a la persiana convencional (por la zona superior del hueco de la ventana), y demostrar que combinada con una instalación eficiente consigue importantes datos de ahorro energético en viviendas. Los modelos estudiados demuestran que las ganancias solares en el caso de la persiana convencional superan en una media del 18,21% a las obtenidas con la persiana "Modula". Además permite conseguir mejoras funcionales en seguridad, caída de objetos, control solar, acústica e intimidad. Asimismo, mejora la función tradicional de una persiana al poder realizarse tanto en sentido descendente como ascendente, sin verse condicionada por la altura del alféizar.

En una rehabilitación, el balance energético total de la casa debe ser un equilibrio importante a lograr; no sólo se trata del buen aislamiento de las paredes exteriores y del sistema de calefacción, sino que también el tratamiento de los huecos tiene un papel fundamental. La persiana ha sido registrada con el número de patente, CCP: ES 1079180 Y: Tomo 2 del Boletín de la Propiedad Industrial de 2/8/2013.

## Hipótesis de trabajo

La persiana modulable de doble recorrido, mejora las condiciones lumínicas y térmicas de un recinto frente a la persiana tradicional en los meses de sobrecalentamiento.

**Figura 1.** La entrada de radiación solar directa, no se evita por una persiana tradicional que cubra la parte superior del vano, ya que siempre tendremos radiación en el suelo a no ser que se cierre por completo. La persiana modulable permite cubrir la parte inferior del vano, bloqueando la entrada de radiación directa, pero permitiendo la entrada de luz. Esto mejora las condiciones lumínicas y térmicas.



## Objetivos

El objetivo principal es demostrar las ventajas de la persiana modulable de doble recorrido frente a una persiana convencional. Además de cumplir funcionalmente con los aspectos básicos mencionados anteriormente, debe contribuir en el campo de la rehabilitación con la eficiencia energética a través de:

- Captación solar.
- Inercia térmica.
- Integración de energías renovables.
- Sistemas de climatización natural.

## Metodología de trabajo

La metodología que se ha seguido para la redacción del presente artículo viene descrita en el siguiente índice:

- Estudios Previos. Se estudian distintos elementos de la arquitectura, para la mejora de la iluminación natural interior. Como base de esta investigación se han manejado diversas fuentes de estudios experimentales con numerosas publicaciones sobre el ambiente luminoso. Adaptada a las condiciones climáticas de la Península Ibérica, su diseño responde al cambio estacional.
- Descripción de la invención y análisis de las mejoras.
- Elaboración de Plan de Negocio. Se ha elaborado un Plan de Negocio de lanzamiento comercial de la patente, llegando a la conclusión de que existe un nicho de mercado para este nuevo modelo de uso de persiana. El prototipo de persiana modular de doble recorrido se ha denominado con la marca "Modula", realizando un estudio de marketing dentro del plan de negocio. (Figura 3).

- Fabricación de prototipo. Se ha construido un prototipo de persiana modulable de doble recorrido industrializable con elementos para captar y distribuir la luz natural de forma óptima, proporcionando protección del soleamiento y reducción de las pérdidas térmicas. (Figura 2).
- Simulaciones energéticas del prototipo.
- Análisis de los resultados, demostración de la hipótesis de trabajo y conclusiones.

**Figura 2.** Prototipo industrializable de la persiana modular de doble recorrido en posición continua (izquierda) y segmentada (derecha).

**ESTE NUEVO DISEÑO DE PERSIANA QUE PERMITE EL PASO DE LUZ SOLAR EN SENTIDO INVERSO A LA PERSIANA CONVENCIONAL**



### Descripción de la invención

La persiana tradicional baja desde la parte superior del hueco y toda su capacidad de cierre tiene su origen en ese punto, pudiendo disminuir la entrada de luz según la cerramos desde ese punto superior. La persiana modulable de doble recorrido, permite desarticularse a una altura determinada, pudiendo permitir la entrada de luz por la parte superior y evitándola por la parte inferior. Esta parte inferior, queda fija, en contacto con el suelo, dentro de los carriles, proporcionando mejoras en seguridad, control solar, acústica e intimidad.

La persiana modulable de doble recorrido se caracteriza por un sistema que permite la separación de la persiana (Figura 4.A) en dos o más partes a voluntad, que permanecen dentro de sus carriles. Quedando una de las partes fija en la zona inferior desconectada del resto que continúa unida al tambor. (Figura 4.B).

La separación se realiza por una o varias de las lamas que forman la persiana (Figura 5), que mediante un dispositivo manual o mecánico permite desconectarse del resto de la persiana. El diseño permite que los rayos de sol entren por la parte superior de la ventana y no por la inferior, como en la persiana tradicional.

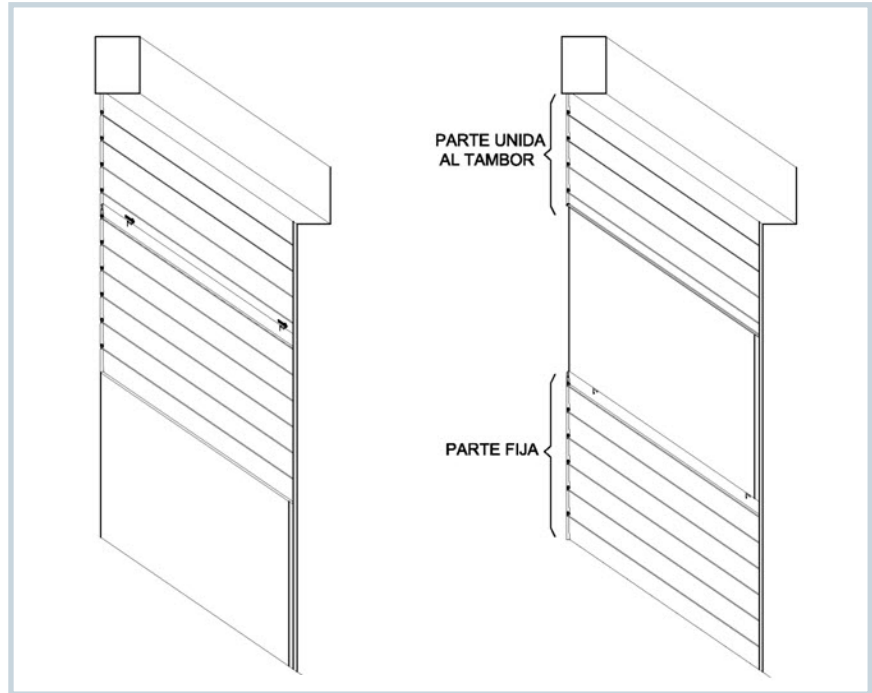


Fig. 4-A Persiana Continua

Fig. 4-B Persiana Segmentada

Figura 4. Perspectiva de la invención y su funcionamiento.

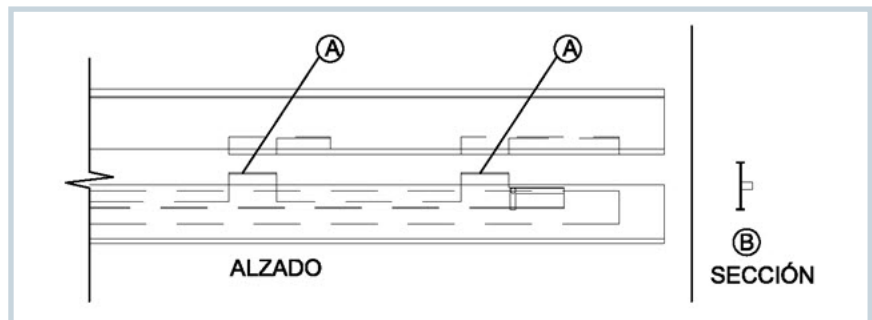


Figura 5. Sistema propuesto de unión de lamas en alzado y sección.

### Análisis de la mejora en seguridad

En cuanto a la seguridad, la persiana modulable de doble recorrido, con lama separable, forma un peto que impide el acceso a balcones de mascotas o bebés, evitando de este modo peligros o caídas de objetos (Figura 8).

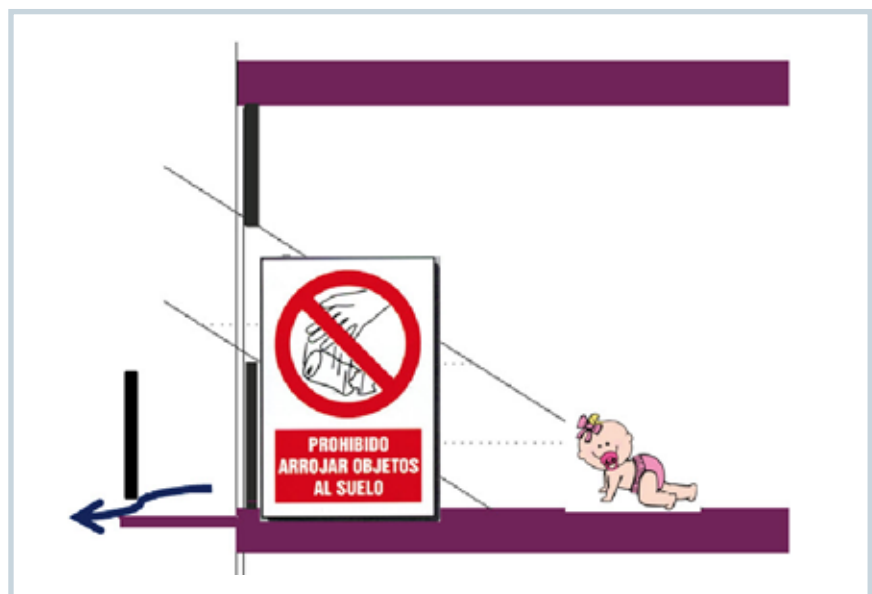


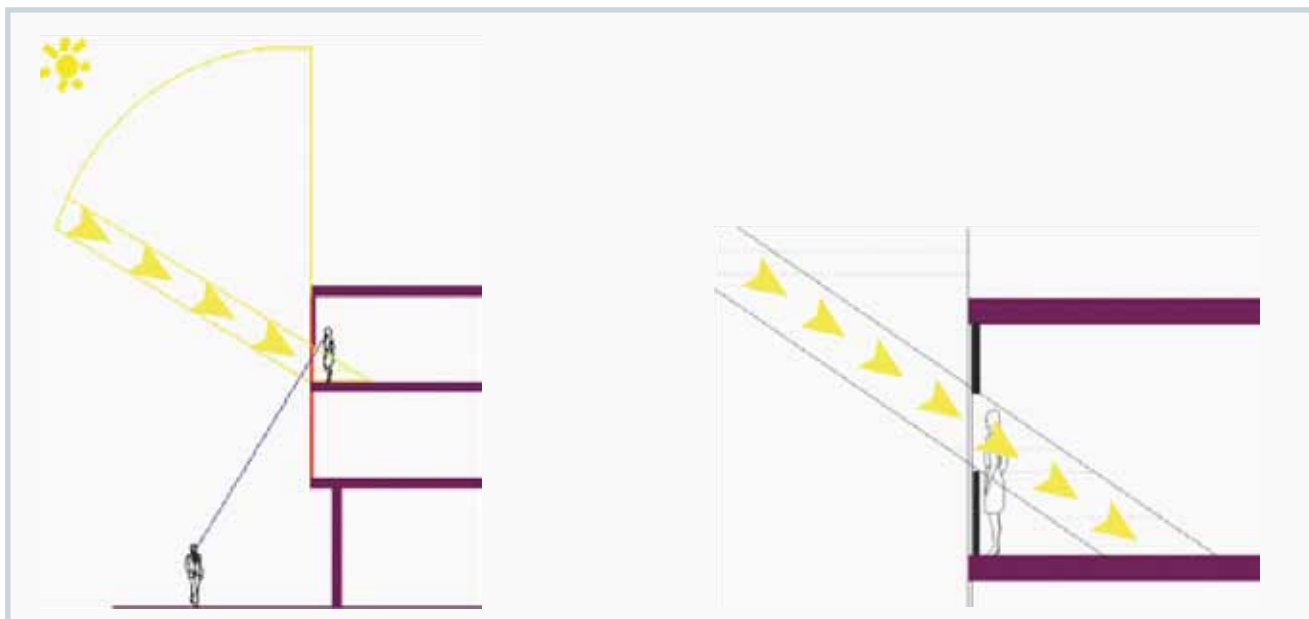
Figura 8. Funcionamiento de la persiana modulable de doble recorrido como mejora de seguridad en miradores.

### Análisis de la mejora en privacidad

A partir de la segunda mitad del XIX, con el desarrollo de la forja y la arquitectura del hierro, el mirador era un elemento exterior, adosado a la fachada, de carácter fundamentalmente climático. En las décadas de los años 50, 60 y 70 del siglo XX, el elemento predominante de las fachadas era la terraza. A partir de 1985, por efecto del diferente

tratamiento recibido en la normativa urbanística, el mirador vuelve a ser utilizado profusamente, pero considerado ahora como parte del espacio interior, respondiendo a un modelo muy concreto que repite una serie de características constructivas y dimensionales, presentando inconvenientes para el usuario en cuanto a control lumínico, seguridad y privacidad visual (Figura 6).

En cuanto a la privacidad, la persiana modulable de doble recorrido, con lama separable, representa una notable mejora, ya que permite mantener un peto de protección visual y que el resto siga funcionando para permitir vistas y luz (Figura 7). Esta solución no compromete la definición estética de la fachada que proponga el arquitecto.



**Figura 6.** Problemas de privacidad con la persiana y mirador convencional.

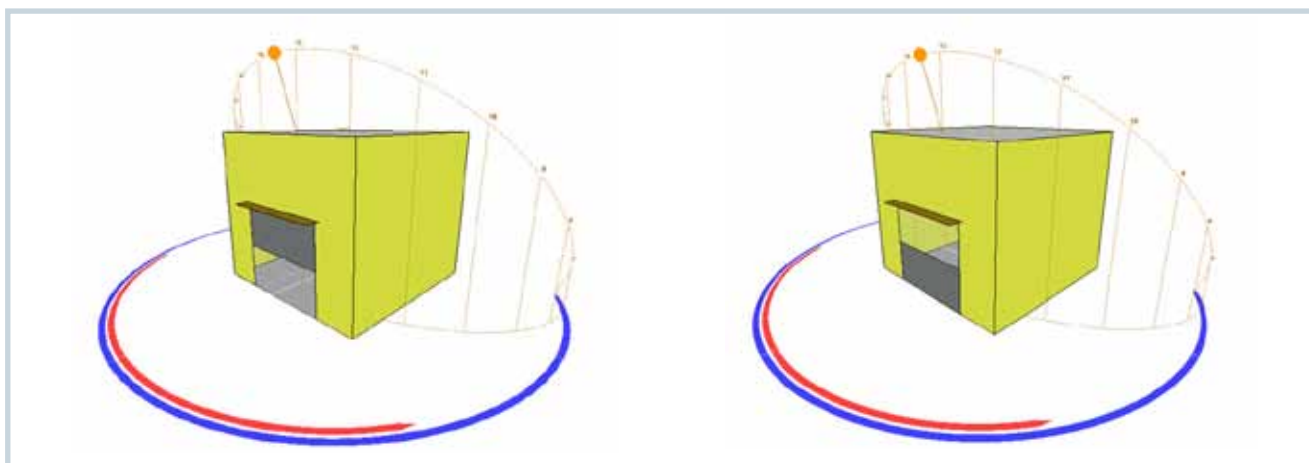
**Figura 7.** Solución del problema de privacidad con la persiana modulable de doble recorrido.

### Modelo a simular

Para el estudio de las condiciones lumínicas y térmicas, se procede a crear un modelo de simulación energética con los programas informáticos Ecotect

y DesignBuilder. Se dibuja un recinto de 4x4x3.5m con hueco orientado a Sur de 2.1 m. de ancho por 2 metros de alto y un alero de 30 cm sobre él, en la ciudad de Madrid (Figura 9).

El hueco se cierra en un 50% por dos opacos, en un caso arriba y el otro abajo, simulando las persianas tradicionales y la persiana Modula respectivamente.



**Figura 9.** a) Con persiana tradicional.

b) Con persiana "Modula".

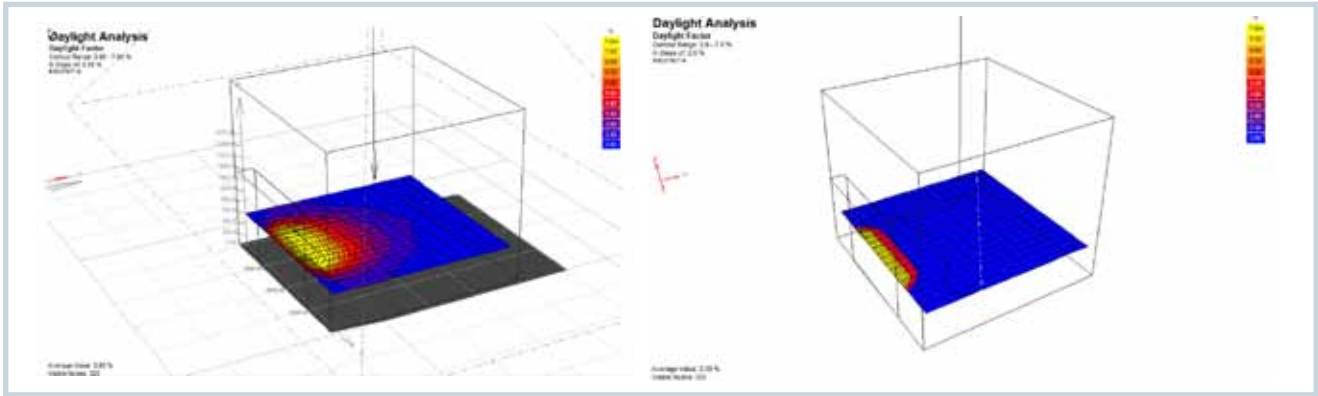
**Evaluación de la eficiencia lumínica, simulación con Ecotect**

Para el análisis lumínico se ha utilizado el programa informático Ecotect aplicado al mismo espacio orientado hacia el sur, de idénticas dimensiones e iguales acabados de las superficies interiores, pero que tienen distinto siste-

ma de iluminación natural: una de ellas con la persiana convencional que sirve como referencia y la otra, con la persiana modulable de doble recorrido. Se recogen los datos para el 1 de julio a las 13.30 horas, con una iluminancia exterior difusa sobre plano horizontal de 10000 lux. Los resultados se muestran en las figuras siguientes: la figura 10

muestra los resultados de la iluminancia sobre plano horizontal en el total de la habitación. Como se puede observar, la persiana modulable de doble recorrido produce una distribución más uniforme y con valores más elevados que la persiana convencional, en varios puntos alejados del hueco.

Calculamos el Factor Daylight<sup>4</sup> con el programa Ecotect:



a) Persiana modulable de doble recorrido.

b) Persiana convencional.

**Figura 10.** Iluminancia interior sobre plano horizontal recibida a las 13.30 h del 1 de julio en una Latitud de 39° N, para una iluminancia exterior de 10000 lux, de un mirador con: a) con persiana

modulable de doble recorrido; b) con persiana convencional. Ambas tapando el 50% del vano. Altura de la medición: 0,70 m. simulando superficie de trabajo. El DF medio con la persiana

modulable es de un 3.98%, frente al 3.39% de la persiana tradicional. La distribución de luz conseguida con la persiana modulable es más uniforme.

$$4DF = (Ei / Eo) \times 100\%$$

Donde: Ei = iluminancia interior debida a la luz del día en el plano estudiado.

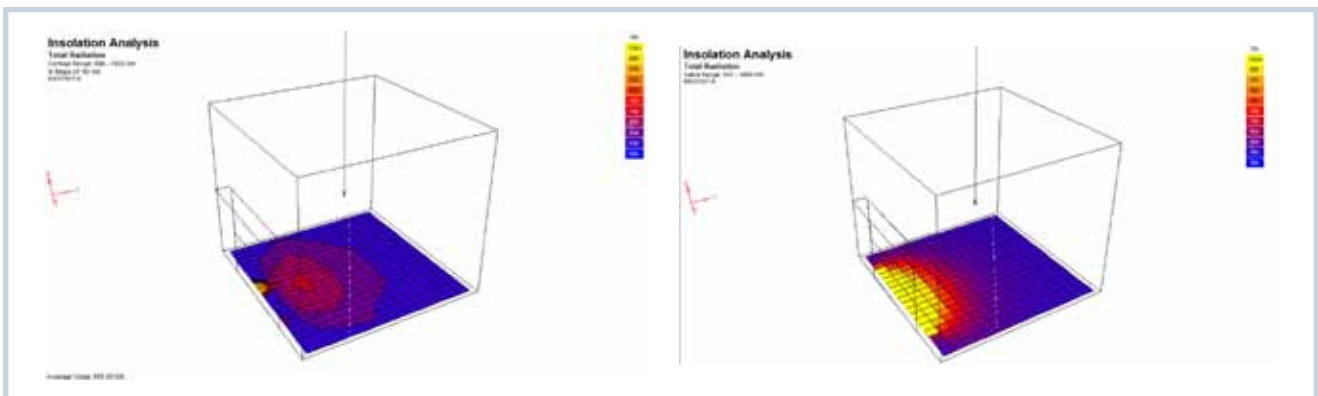
Eo = iluminancia exterior sobre un plano horizontal .

**Evaluación de la eficiencia energética**

Energía recibida.

Analizamos con el programa Ecotect,

la energía radiante recibida, para el 1 de Julio en una Latitud de 39° N. (Figura 11).



a) Persiana modulable de doble recorrido.

b) Persiana tradicional.

**Figura 11.** Energía recibida por radiación solar el 1 de julio en una Latitud de 39° N, de un mirador con: a) con

persiana modulable de doble recorrido, valor medio 605Wh; valor máximo 978.76Wh ; b) con persiana convencio-

nal, valor medio 754.30 Wh; valor máximo 4451.10 Wh. Ambas tapando el 50% del vano. Altura de la medición: 0 m.

### Simulación con Desing Builder y motor de simulación energética Energy Plus

Para el análisis energético se ha utilizado el programa informático Desing Builder aplicado, al igual que en el estudio lumínico, al mismo espacio orientado hacia el sur, de idénticas dimensiones, ubicación e iguales acabados de las superficies interiores. (Figura 12).

Condiciones de la simulación:  
 Muros de cerramiento,  $U (W/m^2\text{°K}) = 0.25$   
 Suelo, sobre terreno  $U (W/m^2\text{°K}) = 0.15$   
 Cubierta  $U (W/m^2\text{°K}) = 0.15$   
 Vidrio 6+6mm Air  $U (W/m^2\text{°K}) = 3.16$   
 Temperatura de funcionamiento de la calefacción, 21°C, temperatura de retroceso 12°C.

En las Figuras 13 y 14 se observa que el ahorro en climatización con una persiana modulable respecto a la opción convencional, es de una media del 13,85%. Además, en los meses de mayo a septiembre, se reducirían un 6,33% las emisiones de CO2 (Figura 15).

En la figura 15, vemos que en los meses de invierno, las emisiones de CO2 aumentan para la persiana "Modula". Este resultado es lógico, si pensamos que en esos meses la radiación solar es beneficiosa y permite el ahorro en calefacción. Al permitir este sistema "Modula", ambas soluciones, se aconseja para los meses de invierno la solución tradicional y para el verano la persiana "Modula".

El análisis de los resultados obtenidos en la simulación energética, arroja que hay 99 horas al año en las que debe funcionar el aire acondicionado más con la persiana tradicional que con la persiana modulable para conservar las condiciones de confort fijadas y 203 horas al año, con un consumo de kW de la enfriadora mayor del 50%.

Recogemos como muestra el día 1 de Julio, a las horas de funcionamiento de la enfriadora.

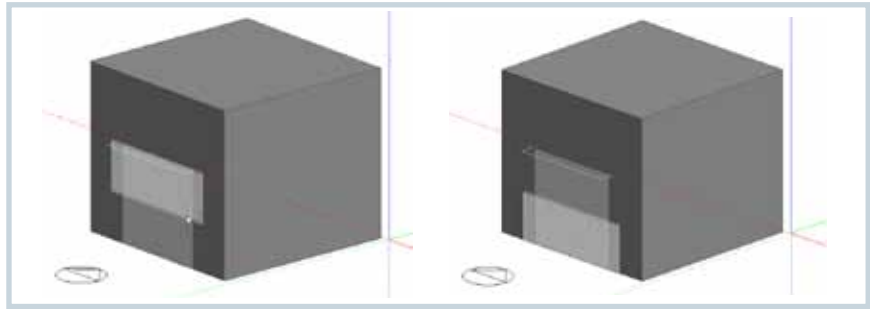


Figura 12. a) Persiana tradicional.

b) Persiana "Modula".

Temperatura de funcionamiento de refrigeración, 25°C, temperatura de retroceso 28°C.

Ocupación, 0.0188 personas/m2.

Ventilación natural 10/s. persona.

Datos de plantilla: Domestic Lounge, UK NCT, residencial.

HVAC Fan coil-unit, electricidad. El estudio compara dos situaciones idénticas, con el único cambio del tipo de persiana.

En la Figura 12-b se observa que las ganancias solares en el caso de la persiana convencional superan en una media del 18,21% a las obtenidas con la persiana modulable de doble recorrido.

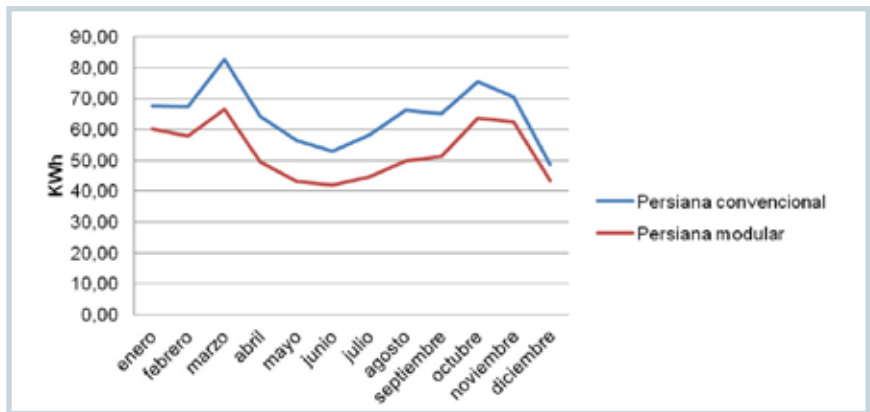


Figura 13. Ganancias solares por ventana (kWh).

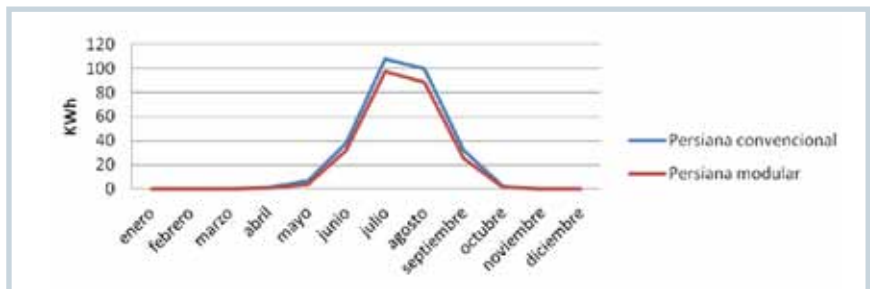


Figura 14. consumo en kWh de Aire Acondicionado.

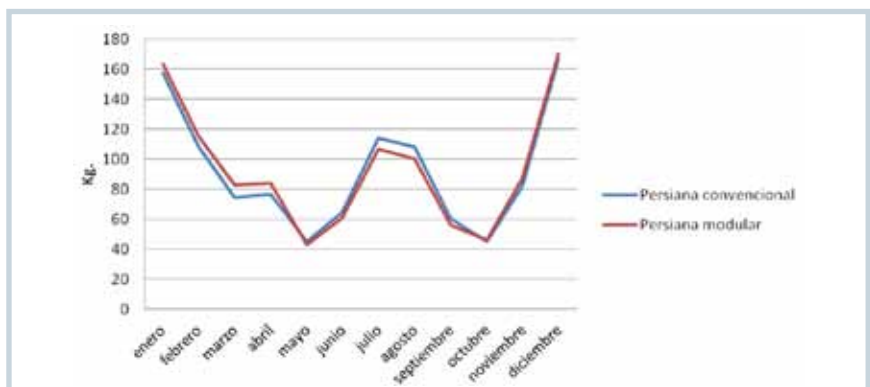


Figura 15. emisiones de CO2.

	GANANCIAS SOLARES (KW)			ENFRIADORA (KW)		
	PERSIANA TRADICIONAL	PERSIANA "MODULA"		PERSIANA TRADICIONAL	PERSIANA "MODULA"	
01/07/2002 14:00	0,255551	0,1695995	33,63%	0,252422	0,210535	16,59%
01/07/2002 15:00	0,2198196	0,1564666	28,82%	0,34107	0,280331	17,81%
01/07/2002 16:00	0,170325	0,1373145	19,38%	0,479104	0,429902	10,27%
01/07/2002 17:00	0,1289347	0,1162454	9,84%	0,375254	0,339944	9,41%
01/07/2002 18:00	0,09623227	0,08780344	8,76%	0,357828	0,325226	9,11%
01/07/2002 19:00	0,06342997	0,05656301	10,83%	0,333421	0,30507	8,50%
01/07/2002 20:00	0,02466697	0,02165587	12,21%	0,282531	0,257729	8,78%
01/07/2002 21:00	0,001828008	0,001560501	14,63%	0,262154	0,239082	8,80%
01/07/2002 22:00	0	0		0,242835	0,221628	8,73%

Tabla I. Ganancias solares y consumo energético para el día 1 de Julio.

	GANANCIAS SOLARES (KW)			ENFRIADORA (KW)		
	PERSIANA TRADICIONAL	PERSIANA "MODULA"		PERSIANA TRADICIONAL	PERSIANA "MODULA"	
20/08/2002 16:00	0,233149	0,1700863	27,05%	0,905986	0,833806	7,97%

Tabla II. Ganancias solares y consumo energético para el momento de mayor consumo.

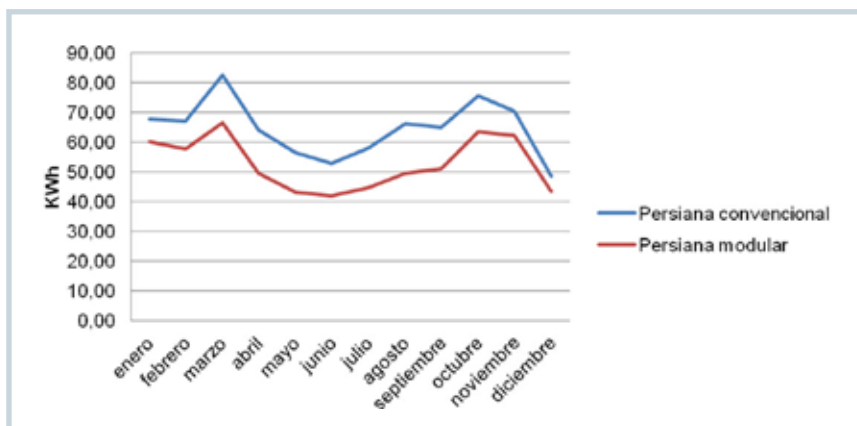


Figura 16. Ganancias solares por ventana (kWh).

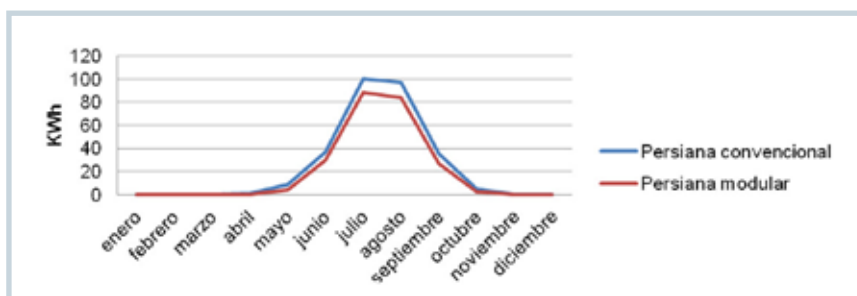


Figura 17. Consumo en kWh de Aire Acondicionado.

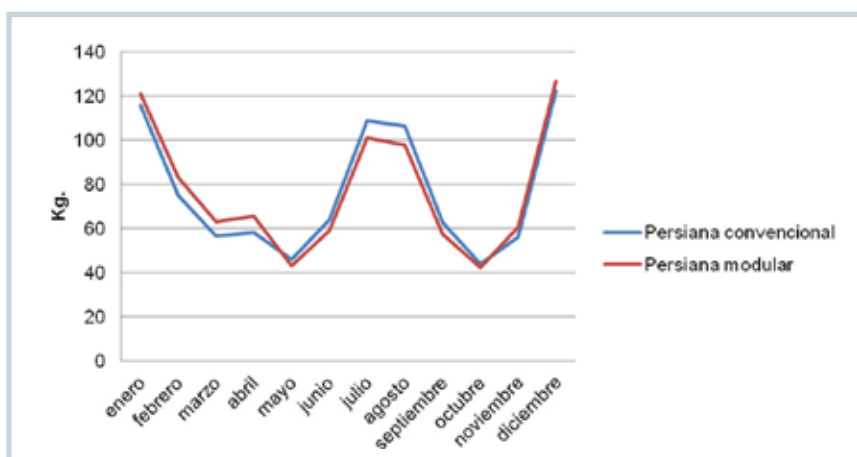


Figura 18. Emisiones de CO2.

En las siguientes Figuras (16, 17 y 18), se estudia el caso del mismo tipo de mirador pero con una modificación de la solución constructiva de fachada, incrementándose el aislamiento cuyo orden de magnitud de la U pasa a ser del 0,07. Se observa que como las ganancias solares adquieren más importancia, el ahorro también aumenta, llegando a un 16,88 %. Es decir, a mayor aislamiento, los beneficios de la persiana modulable de doble recorrido son aún mayores.

### Conclusiones

La persiana modulable de doble recorrido, permite disminuir las horas de entrada de radiación solar directa con respecto a la persiana convencional, logrando un importante ahorro energético. También permite conseguir mejoras funcionales en seguridad, caída de objetos, control solar y privacidad.

En cuanto a eficiencia lumínica, la persiana modulable consigue una mejor distribución de luz y un mayor factor de luz diurna.

El ahorro en climatización con una persiana modulable respecto a la opción convencional, es de una media del 13,85%. Además, en los meses de mayo a septiembre, se reducirían un 6,33% las emisiones de CO2. Con esta persiana se puede prescindir del uso de aire acondicionado durante 99 horas al año respecto a la persiana convencional para conservar las condiciones de confort fijadas y 203 horas al año, con un consumo de kW de la enfriadora inferior al 50%.

A mayor aislamiento, los beneficios de la persiana modulable de doble recorrido son aún mayores llegando el ahorro en el 16,88 % con un aislamiento en fachada de  $U=0,07$ .