

COMPARACION DEL RENDIMIENTO LUMINICO DE PROTECCIONES SOLARES EXTERIORES OPACAS Y TRASLÚCIDAS EN FACHADAS VIDRIADAS. CASOS DE REFUNCIONALIZACIÓN Y NUEVO DISEÑO DE OFICINAS EN BARCELONA

Carolina Ganem^[1,2], Jimena Rodríguez^[2], Jaume Avellaneda^[2], Alfredo Esteves^[1], Andrea Pattini^[1]

^[1]Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV), (INCIHUSA)

Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT) (CONICET)

C.C. 131. C.P.5500, Mendoza, Argentina Tel. (54-261) 4288314 Int. 270, Fax. (0261) 4287370

E-mail: cganem@lab.cricyt.edu.ar

^[2] Departamento de Construcciones Arquitectónicas I – Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña (ETSAB), (UPC)

RESUMEN

El trabajo compara el rendimiento lumínico de distintas soluciones de protecciones solares exteriores utilizadas en refuncionalización y nuevo diseño de edificios con fachadas integrales vidriadas orientadas hacia el Ecuador en la ciudad de Barcelona, España. Se consideran cuatro casos de estudio a partir de la selección de dos con soluciones opacas y dos con soluciones traslúcidas. La evaluación se realiza a partir de mediciones in situ de iluminancias, teniendo en cuenta el nivel de iluminación que llega a la fachada integral, no al interior del edificio. Se concluye con que los casos con protección solar traslúcida reducen la transmisión lumínica a la fachada integral del edificio alcanzando sólo el 40% del total de radiación visible mientras que los casos con protección solar de materiales opacos reducen en mayor medida la llegada de iluminación al edificio alcanzando en este caso sólo el 10% proveniente de la componente difusa y reflejada combinadas. Por este motivo, el comportamiento de la iluminación natural en el interior, depende en gran medida de las características de la fachada vidriada a la cual protegen. Entre ambas se deben lograr adecuadas reducciones de deslumbramiento, siendo para esto relevante la calidad y características del vidrio elegido para la fachada vidriada.

Palabras Clave: fachadas vidriadas integrales, protecciones solares, rendimiento lumínico, refuncionalización, mediciones.

INTRODUCCIÓN

Las superficies vidriadas son partes esenciales de casi todos los tipos de edificios. A través de ellas, los usuarios tienen la posibilidad de relacionarse con el exterior visualmente y percibir el estado del tiempo y el paso de las horas a través de la luz natural y la ventilación.

A partir de mediados del siglo XX, con el movimiento moderno, y hasta nuestros días se ha incrementado cada vez más el tamaño de las superficies vidriadas llegando a abarcar en muchos casos la total extensión de la piel del edificio, convirtiéndose esta imagen en “corporativa”: símbolo de confiabilidad y transparencia; buscado por la mayoría de las compañías y empresas. Siendo el perfil de torres acristaladas el sinónimo de prosperidad para una ciudad, tomando este tipo de fachadas un carácter simbólico. Tal es el caso de la Avenida Diagonal de Barcelona en donde, como se puede observar en la figura 1, encontramos ejemplos de las posibles variantes de aplicación de las pieles de vidrio.



Figura 1: Imágenes de edificios con fachadas vidriadas en Barcelona

Esta búsqueda formal se da tanto al proyectar un nuevo edificio como en los casos de refuncionalización o reciclaje, muchas veces importando sistemas constructivos que son sólo viables en climas templados o cálidos con la utilización intensiva de acondicionamiento mecánico para hacer frente a las excesivas ganancias solares y en consecuencia el incremento de la polución medioambiental.

Entre las estrategias que pueden ser utilizadas en la estación estival en climas templados y cálidos, la primera medida a adoptar es evitar las ganancias de calor, diseñando protecciones apropiadas y previniendo la ganancia solar a través de aventanamientos transparentes no aislados. (Esteves, Ganem, 2002)

La tradición mediterránea ha protegido siempre sus huecos frente a los excesos de asoleamiento. La imagen de transparencia y ligereza, objetivo de algunas arquitecturas contemporáneas, está exagerando el tamaño de las superficies vidriadas desprotegidas hasta extremos insostenibles en nuestros climas. En el Mediterráneo la sombra es el lujo. En España, la moda ha llegado con el hedonismo epidérmico de nuestras últimas arquitecturas, la “high tech” exhibida como marchamo del poder económico y el traslado hacia el sur de la evolución térmica del Norte de Europa. (Paricio, 1997)

La ciudad de Barcelona (41° 3' Latitud Norte y 2° 1' Longitud Este), presenta un clima mediterráneo costero, con inviernos moderados relativamente secos, veranos cálidos con alta humedad pero poca lluvia y estaciones intermedias con condiciones variables y lluvias torrenciales frecuentes. En estos climas es importante el diseño de protecciones solares en fases tempranas del proceso proyectual, y resulta esencial la incorporación de dichos elementos en la refuncionalización arquitectónica para optimizar el comportamiento ambiental del edificio existente.

Debido a que sólo el uno por ciento de las edificaciones son nuevas en un año, la refuncionalización de antiguas construcciones para incrementar los estándares medioambientales es importante y debe ser una actividad en expansión. Entonces, no sólo la vida del edificio se extiende sino que edificaciones construidas sin el beneficio de consideraciones medioambientales pueden ser actualizadas. (Chartered Institute of Housing, 1994)

La calidad de la iluminación en espacios interiores depende en gran medida, de las propiedades luminosas de los sistemas de iluminación natural empleados. Las características fotométricas de éstos están determinadas por su diseño y por las propiedades de sus materiales. (Pattini, 2001) Las respuestas lumínicas del espacio construido, en regiones con cielos predominantemente claros, están influidas por las orientaciones de las superficies exteriores soleadas y por sus reflectancias superficiales más que por la luminancia del cielo sin nubes como fuente de iluminación natural. (Córica, 2002)

Las protecciones solares se pueden materializar en la superficie envolvente del edificio de diversas formas y materiales ya sea en el interior, en la misma piel, o en el exterior. En este estudio se propone analizar las protecciones solares exteriores, en su versión opaca ampliamente difundida en comparación con la nueva versión translúcida utilizada cada vez más frecuentemente en ciudades como Barcelona, en búsqueda de una situación intermedia entre la imagen de transparencia y la necesidad de protección. Se analizan condicionantes de uso y aportes al buen funcionamiento lumínico del edificio, manteniendo así la calidad de vida de sus ocupantes con mayor confort y menor impacto ambiental.

METODOLOGÍA

Cuatro soluciones representativas de distintos tipos de protecciones solares exteriores fueron seleccionadas según los siguientes criterios:

- Ubicación en la ciudad de Barcelona, fachada de estudio completamente vidriada con orientación hacia el ecuador
- Uso preponderante del edificio: oficina, planta libre.
- Entornos urbanos libres de obstrucciones permanentes.
- Uso de protección solar exterior: elección de distintas tipologías opacas y translúcidas / transparentes.

Se realizó la medición in situ de la iluminancia a partir de la generación de una grilla bidimensional de 15 puntos abarcando el ámbito de la protección solar. Dicha grilla se configuró sobre el plano de trabajo, considerando el mismo a 0.80 m del nivel de piso, para obtener luego un promedio de iluminancias en cinco puntos: el primero en el espacio exterior inmediato al edificio, y el segundo en el espacio intermedio entre protección solar y fachada. Los tres restantes en el espacio interior ubicándose los mismos: contiguo a la fachada, y a 1 y 2 metros de distancia de la misma. Las mediciones se realizaron con luxómetro digital modelo Lutron LX-101, en días claros entre las 12 y las 13 horas, los días 24 a 28 de abril de 2003 ($\alpha = 56^\circ$). Asimismo se tomó en cuenta realizar las mediciones en alturas donde los árboles no representan una posible obstrucción externa.

PRESENTACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

Caso 1: Oficinas Av. Diagonal 530. Refuncionalización de Fachada.

Se presenta en la figura 2 un edificio de la década del 60 al que se le realizó una refuncionalización de la fachada sur. Se intervino en el tamaño de las aberturas ampliándolas, y colocando en la fachada vidriada vidrio reflectivo, color bronce. Se añadieron protecciones solares con lamas de vidrio monolítico teñido en su masa color gris en paños con la altura de los distintos pisos del edificio. Dichas lamas se diseñaron móviles por paño; pero debido a la poca practicidad del edificio se optó por dejarlas fijas.

Las mediciones in situ se presentan en la figura 3. Como se puede observar, la protección solar de lamas teñidas en su masa permite el paso de altos niveles de iluminación (35%) a la vez que da privacidad a los espacios interiores de los edificios. Se debe tener en cuenta como complemento necesario, la prevención del sobrecalentamiento a través de capas de baja emisividad, particularmente importantes en tonalidades oscuras de vidrio debido a la gran absorción de las mismas. Además, se proporciona una relación visual interior-exterior distorsionada en relación con color, si éste es muy oscuro, y puede causar falta de confort psicológico en el usuario. La fachada vidriada con vidrio reflectivo color bronce permite el ingreso muy limitado de la iluminación natural al interior (menos del 2%). Como resultado de esta conformación, se generan reflejos que pueden ser molestos en el entorno inmediato y se disminuye considerablemente el ingreso de iluminación natural.



Figura 2: Imágenes caso 1: exterior , interior e intermedio protección-fachada vidriada

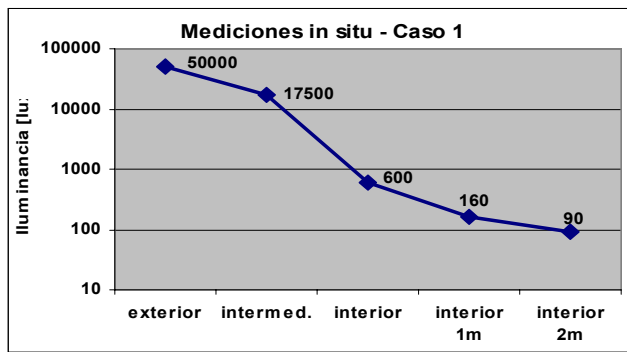


Figura 3: caso 1. Mediciones in situ – iluminancias

Protección Solar

Tipo	lamas verticales fijas transparentes
Material	vidrio coloreado en su masa: gris
Coef. Tr.	59%
Simil	Isolar Solarlux Neutro 55/58 6mm

Fachada vidriada

Material	vidrio reflectivo bronce 6mm
Coef. Tr.	17%
Simil	Bousois Stopsol Bronce Tr.21/Refl.32

Tabla 1: caso 1 – características de los materiales

Caso 2: Instituto Oftalmológico de Barcelona.

En la figura 4 se presenta un edificio de la década del 80 diseñado en su conjunto con la incorporación de protecciones solares para proteger su fachada completamente vidriada. Dichos elementos se materializan de aluminio en forma de lamina verticales móviles en los pisos superiores correspondientes a oficinas y consultorios; y con la generación de un alero al retroceder la planta de acceso cuya función es la recepción y espera.

Las lamina orientables de aluminio presentan el adicional de ser móviles y adecuarse a las características particulares del usuario. Evitan el sobrecalentamiento en verano y permiten el control del ingreso de la luz cuando es deseado. En este caso, la combinación con el vidrio de la fachada permite el ingreso al interior variable entre 40% y cerca del 0% de iluminación natural dependiendo del accionamiento de la protección solar. Las características de los materiales se presentan en la tabla 2 y las mediciones in situ están graficadas en la figura 5. Se debe tener en cuenta que como consecuencia a la adopción de la solución descrita se produce la reducción o pérdida del nivel de contacto visual con el exterior y de la imagen de transparencia del edificio.

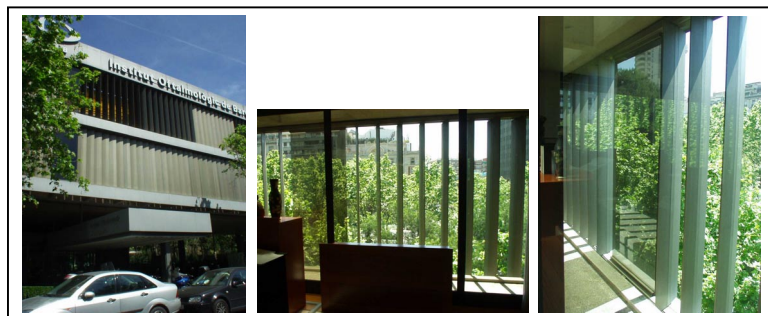


Figura 4: Imágenes caso 2: exterior , interior e intermedio protección-fachada vidriada

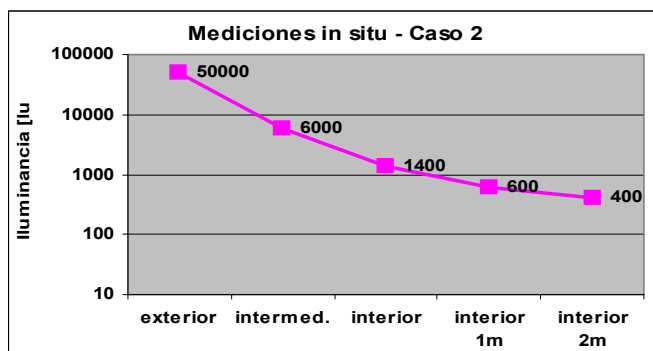


Figura 5: caso 2. Mediciones in situ – iluminancias

Protección Solar

Tipo	lamas verticales móviles opacas
Material	aluminio
Coef. Ref.	85%

Fachada vidriada

Material	vidrio doble 6-12-6
Coef. Tr.	40%
Simil	Graverbel Thermoplus Superlite 37/38

Tabla 2: caso 2 – características de los materiales

Caso 3: Clínica Internacional de Medicina Avanzada

La figura 6 presenta imágenes de este edificio apenas inaugurado. La fachada vidriada y la protección solar fueron diseñadas en conjunto, siendo esta última de lamas horizontales de vidrio serigrafiado al 50%. Ambos elementos constituyen el total de la superficie envolvente del edificio buscando una imagen de transparencia y sensación de apertura del interior al exterior sin afectar a la privacidad.

La protección solar de lamas de vidrio serigrafiado provee de la privacidad buscada posibilitando a la vez el intercambio visual interior-exterior a través de su aspecto translúcido. La iluminación natural ingresa considerablemente (43%) a través de la protección solar, permitiendo asimismo la fachada vidriada la llegada de aproximadamente el 20% del total exterior al interior del edificio. Sin embargo, su acción es pobre respecto a la prevención del sobrecalentamiento en verano solo controlado a través de capas de baja emisividad en la fachada vidriada. Se presentan las características de los materiales y las mediciones realizadas in situ en la tabla 3 y la figura 7 respectivamente.



Figura 6: Imágenes caso 3: exterior , intermedio protección-fachada vidriada e interior

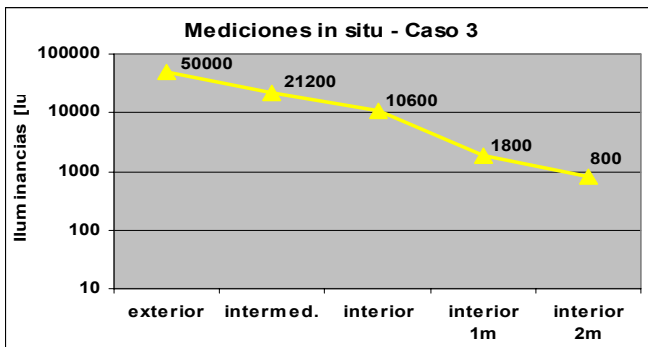


Figura 7: caso 3. Mediciones in situ – iluminancias

Protección Solar

Tipo	lamas horizontales fijas translúcidas
Material	vidrio serigrafiado al 50%
Coef. Tr.	50%
Simil	Duglass incoloro de 8mm serigr. 50%

Fachada vidriada

Material	vidrio doble bajo emisivo 6-12-5
Coef. Tr.	66%
Simil	Ariglas ARIPLAK DAG 66/38 6mm

Tabla 3: caso 3 – características de los materiales

Caso 4: Nexus II

Se presentan en la figura 8 imágenes de este edificio de principios del siglo XXI. El edificio presenta una fachada completamente vidriada protegida por dos grandes aleros horizontales de hormigón blanco. El primero se dispone sombreando la planta de acceso y el segundo en el techo sombreando las plantas 1ra a 3ra. El primer alero refleja la luz en dirección a las plantas 1ra a 3ra contribuyendo al incremento de la iluminación natural en el interior del edificio. La figura 9 ejemplifica el comportamiento descrito. La dimensión de los aleros fue calculada para proteger la fachada vidriada del excesivo aporte solar estival y permitir el ingreso de radiación solar en la época invernal. En la figura 10 se presenta la carta solar en la que se puede observar que la fachada vidriada permanece en sombra entre los meses de abril a agosto, correspondientes a la estación cálida. La combinación de fachada vidriada y alero posibilitan el intercambio visual interior-exterior, así como el logro de la imagen de transparencia buscada con la apropiada prevención del sobrecalentamiento en verano, pero no otorgan privacidad al interior.

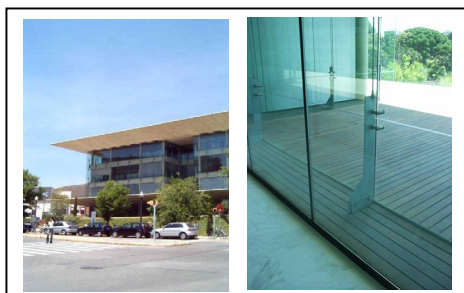


Figura 8: Imágenes caso 4: exterior e interior

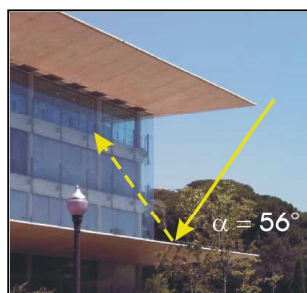


Figura 9: reflejo en alero

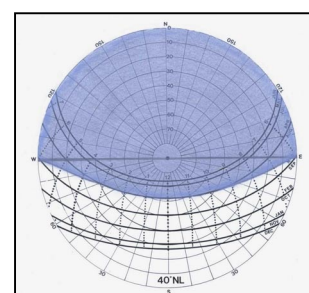


Figura 10: carta solar

En la figura 11 se observan los niveles de iluminación natural en el interior a partir de las mediciones in situ. Ingresar al interior del edificio aproximadamente el 4% respecto a los niveles exteriores. Dicho valor se obtiene con la contribución de la luz reflejada en el alero inferior que contribuye a la iluminación natural interior y posibilita la llegada de la misma con mayor profundidad en el edificio. Debido a que la dirección del flujo luminoso reflejado en el alero es inversa, es decir de abajo

hacia arriba, se produce una falta de confort visual por deslumbramiento en los usuarios (figura 9). En la tabla 4 se presentan las características de los materiales.

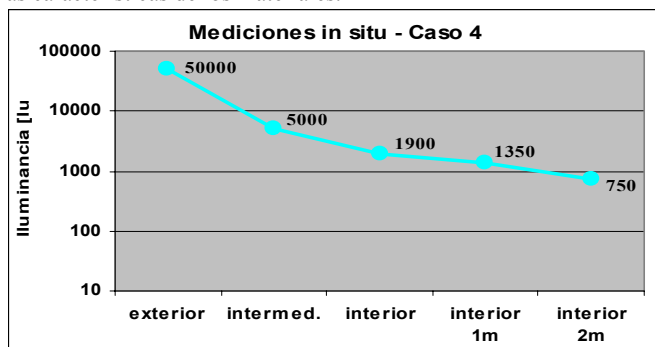


Figura 11: caso 4. Mediciones in situ – iluminancias

Protección Solar

Tipo	alero horizontal fijo
Material	hormigón visto
Coef. Ref.	45%

Fachada vidriada

Material	vidrio doble bajo emisivo 6-24-5
Coef. Tr.	66%
Simil	Ariglas ARIPLAK DAG 66/38 6mm

Tabla 4: caso 4 – características de los materiales

MEDICIONES LUMÍNICAS IN SITU – COMPARACIÓN DE ILUMINANCIAS

En la tabla 5 se resumen las mediciones de iluminancia de los casos estudiados. Se puede observar que a equivalente iluminancia exterior, los casos 1 y 3 con protecciones solares de vidrio permiten la incidencia de aproximadamente el 40% de la radiación visible en la fachada integral (iluminancia intermedia en Tabla 5); mientras que los casos 2 y 4, donde las protecciones solares son de materiales opacos, solo aproximadamente el 10% de la misma llega a las correspondientes fachadas vidriadas.

	Iluminancias [lux]				
	exterior	intermed.	interior	interior 1m	interior 2m
Caso 1	50000	17500	600	160	90
Caso 2	50000	6000	1400	600	400
Caso 3	50000	21200	10600	1800	800
Caso 4	50000	5000	1900	1350	750

Tabla 5: Iluminancia de los casos estudiados.

Los coeficientes de transmisión lumínica y reflexión de las diferentes fachadas vidriadas afectan al flujo luminoso entrante a través de la protección solar de distintas maneras, estando cada caso condicionado al tipo de vidrio utilizado en la fachada vidriada. Esta situación no permite comparar directamente su valor en el interior del edificio pero las figuras son interesantes y didácticas en relación al tipo de vidrio a utilizar, y los resultados de las posibles combinaciones en casos similares.

En la figura 12 se presenta la comparación del comportamiento de los diferentes casos estudiados en los cinco puntos de medición. El caso 3 aprovecha la ganancia lumínica alta del 43% (protección solar serigrafada), manteniendo también valores elevados a través de la fachada vidriada, en el orden del 50%. Los casos 2 y 4 permiten la incidencia de sólo el 10% de la radiación solar a la fachada vidriada y en ambos casos aproximadamente el 40% de la misma ingresa en el edificio. En el caso 1, los altos valores de iluminancia obtenidos luego de atravesar la protección solar vidriada se ven notablemente disminuidos (en el orden del 90%) al atravesar la fachada vidriada reflectante.

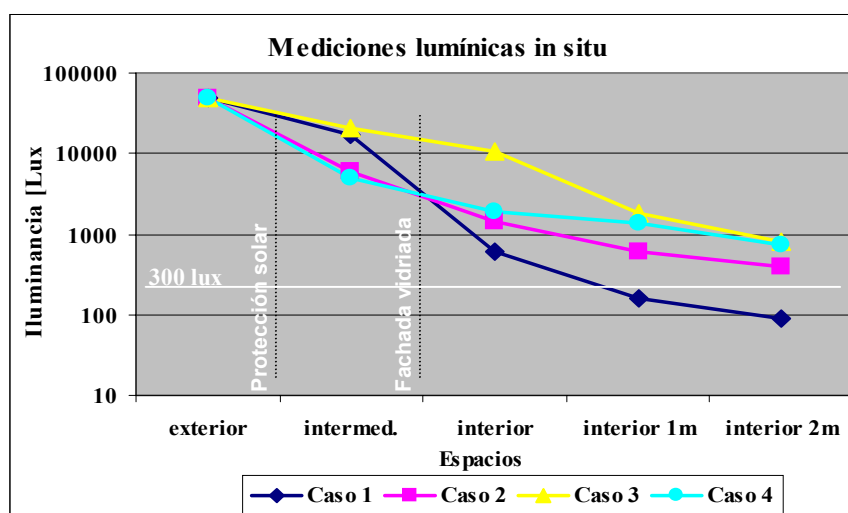


Figura 12: Comparación de los diferentes casos estudiados. Mediciones lumínicas in situ.

Una vez en el interior del edificio, los casos 1, 2 y 3 tienen una variabilidad similar en las curvas de la disminución de la iluminancia al alejarnos progresivamente de la fachada (Figura 12). El caso 4 recibe un aporte de la superficie reflejante del alero inferior otorgando un nivel lumínico más elevado hacia el interior. Cabe mencionar en este caso que dicha solución trae

consigo problemas de deslumbramiento producidos por la dirección ascendente de los rayos luminosos provenientes de la reflexión (del alero inferior) que se dan dentro del campo visual de los ocupantes. Debido a esto, el caso 4 se asemeja con el caso 3 en niveles lumínicos equivalentes a partir de 1 m de distancia de la fachada, siendo constructivamente muy distintos (ver descripción de casos).

Las recomendaciones sobre iluminación de espacios para usos de oficinas y consultorios médicos dadas por la Comisión de la Unión Europea sitúan valores apropiados de referencia en el rango de 300 a 500 luxes. (Commission of the European Communities, 1993). Como se puede observar en la tabla 1 y en la figura 6, el caso 2 presenta valores adecuados de iluminancia a dos metros de la fachada para la actividad a desarrollar. Los casos 3 y 4 superan los valores recomendados a la misma distancia, mientras que el caso 1 no alcanza dichos valores haciendo imprescindible el uso de iluminación artificial.

CONCLUSIONES

Es importante definir por qué es necesaria una protección solar ya que la mayoría de los sistemas no cumplen con los mismos requerimientos respecto a la relación interior-exterior, imagen de transparencia, privacidad y prevención del deslumbramiento y sobrecalentamiento. Es importante conocer sus características y posibilidades para poder incorporar el diseño de las mismas tanto en el desarrollo proyectual como en la refuncionalización de la envolvente edilicia y lograr el comportamiento lumínico buscado a partir de la iluminación natural como estrategia sustentable. En el caso de trabajar con una fachada vidriada existente se deben considerar primero las características del vidrio a proteger para definir qué tipo y forma de protección solar es el adecuado y lograr la optimización de la iluminación natural del espacio reduciendo el consumo energético para iluminación y manteniendo en niveles confortables el confort visual de los usuarios.

En climas soleados, es importante tener en cuenta el aprovechamiento de las reflexiones para llevar iluminación natural a partes más profundas de los edificios. Esta estrategia nos brinda muchas posibilidades de optimización de sistemas para lograr un mayor aprovechamiento y una mejor distribución de la iluminación natural interior. Sin embargo, implica un diseño cuidadoso que evite los posibles deslumbramientos generados por la dirección inversa de flujo luminoso al ser reflejado (caso 4).

Los casos con protección solar traslúcida posibilitan la transmisión lumínica a la fachada integral del edificio de aproximadamente el 40% del total de radiación visible. Por este motivo, el comportamiento de la iluminación natural en el interior, depende en gran medida de las características de la fachada vidriada a la cual protegen. Entre ambas se deben lograr adecuadas reducciones de deslumbramiento, siendo para esto relevante la calidad y características del vidrio elegido para la fachada vidriada que puede condicionar totalmente la situación lumínica interior. Los dos casos extremos presentados (caso 1 y 3) son ejemplos de esta situación.

Los casos con protección solar de materiales opacos reducen en mayor medida la llegada de iluminación al edificio siendo el aporte a la fachada integral en el orden del 10% a partir de la componente difusa y reflejada; tendiendo a disminuir, por sí mismas, el riesgo de deslumbramiento. Existe una mayor certeza del comportamiento lumínico sin depender de las características de la fachada vidriada a proteger, siendo necesario trabajar soluciones arquitectónicas que procuren mantener la imagen de transparencia, y relación exterior-interior buscadas en un principio a partir del diseño de una fachada completamente vidriada.

REFERENCIAS

- Chartered Institute of Housing (1994) Housing and the Environment: A new agenda. Housing policy and Practice Series. United Kingdom.
- Commission of the European Communities. Directorate-General XII for science, research and development (1993) Daylighting in Architecture. A european reference book. James & James Science Publishers Ltd. London.
- Córica, L., Pattini, A; de Rosa, C. (2002). Aporte de las componentes difusa y reflejada al potencial de iluminación natural de espacios habitables en función de la morfología urbana circundante, para climas soleados. AVERMA, 6, 8.05-8.07.
- Esteves, A. y Ganem, C. (2002) Low energy architecture through passive curtain wall. Renewable Energy 2003. Sovereign Publications Limited. United Kingdom.
- Paricio, Ignacio. (1997) La protección solar. Ed. Bisagra. Barcelona.
- Pattini, A., de Rosa, C. Kirschbaum, C. (2001). Medición de las características fotométricas de sistemas de iluminación natural. AVERMA, 5, 2, 8.79-8.74.

ABSTRACT

This work compares the daylight performance of different solutions of exterior solar protections used in refurbishment and new design of building with glazed facades towards the Equator in the city of Barcelona, Spain. There have been considered four study cases from the selection of two opaque and two translucent solutions. The evaluation is done through in situ illuminance measurements, taking into account the level of daylight that arrives to the integral glazed façade, not to the interior of the building. It is concluded that the cases with translucent solar protection reduce the daylight transmission to the integral façade of the building, arriving only the 40% of the total visible radiation; while the cases with opaque solar protection reduce in a larger way the arrival of daylight to the building reaching the façade only the 10% from the combined diffuse and reflected component. Because of this, the daylight behavior in the interior depends on the characteristics of the protected glazed façade. Both of them together should achieve appropriate reductions of the solar factor and glare, been relevant the quality and characteristics of the chosen glazing for the glazed façade

Key words: integral glazed facades, solar protections, daylight performance, refurbishment, measurements.