

# **EL VIDRIO COMO ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA**

**DIANA PATRICIA RODRIGUEZ DUQUE**

**TUTOR TEMÁTICO: MAURICIO GÓMEZ**

**TUTOR METODOLÓGICO: OLGA NALLIVE**

## **RESUMEN**

El vidrio se ha utilizado a través de los años, desde la época del paleolítico con la forma natural de obsidiana, la época medieval y gótica predominante en Europa, hasta nuestros días para iluminar los espacios y ser la comunicación visual con el exterior de las construcciones; a través de la historia Europea y Norte Americana el vidrio ha evolucionado en cuanto a su apariencia, procesos de fabricación, tecnología y dimensiones.

Este trabajo pretende dar a conocer qué es el vidrio, cuál ha sido su evolución a través del tiempo, las nuevas tecnologías aplicadas para reducir el efecto invernadero y el choque térmico, todo enfocado en una reducción en gastos energéticos, recursos y emisiones de CO<sup>2</sup>, pues estos aspectos son importantes para saber cómo especificar los proyectos arquitectónicos, realizar un análisis del efecto al utilizar un vidrio simple y las opciones que se tienen actualmente para optimizar el uso del vidrio aplicado en el confort de los espacios.

Para ello se hace una revisión de dos proyectos realizados con piel de vidrio en la ciudad de Medellín, donde se hace la comparación de un vidrio con propiedades de control solar y un vidrio monolítico simple, y la respuesta al contacto con la radiación solar, en cuanto a niveles de transmisión, absorción y reflexión, todo esto con la ayuda del Software Calumen II.

**Palabras Clave:** Envolvente Arquitectónica, Confort, Vidrio, Aislamiento Térmico, Efecto

Invernadero, Radiación solar

## **ABSTRACT**

The glass has been used through the years, from the Paleolithic era to the natural form of obsidian, medieval and gothic predominant in Europe, to this day to illuminate spaces and visual communication be to the outside of the buildings ; through the European and North American glass history has evolved in terms of appearance, manufacturing processes, and technology dimensions.

This paper seeks to highlight what is glass, which has been its evolution over time, new technologies applied to reduce the greenhouse effect and heat shock, all focused on a reduction in energy costs, resources and CO2 emissions, because these aspects are important to know how to specify the architectural projects, an analysis of the effect by using a simple glass and the options have now to optimize the use of glass applied in the comfort of space.

This requires a review of two projects in glass skin in Medellin, where the comparison of a glass with solar control properties and a simple monolithic glass is made, and the response to contact with the solar radiation is in as for levels of transmission, absorption and reflection, all this with the help of Calumen II Software.

**Keywords:** Architectural Envelope, Comfort, Glass, Thermal Insulation, greenhouse, solar radiation.

Hace ya décadas que la envolvente del edificio dejó de estar ligada a la estructura para convertirse en un elemento independiente, pero con la misma importancia arquitectónica. La envolvente delimita el espacio habitable y se compone como un filtro entre el interior y exterior, controlando la iluminación y ventilación natural. La envolvente integra nuestros espacios con la ciudad, siendo la imagen visible de nuestras construcciones. Y lleva consigo la responsabilidad de solucionar problemas de seguridad, estanqueidad, humedad, condensación, mantenimiento y durabilidad; siempre enfocado en proporcionarle al usuario que habita un adecuado confort.

Este confort se define como el nivel de bienestar, salud y comodidad de una persona en relación con su entorno inmediato. Este confort depende de factores físicos como la temperatura del aire, la humedad, la presión atmosférica, la velocidad del aire, la calidad de luz y los niveles de ruido, pero también de los factores humanos como la edad, sexo y el metabolismo.

Para la arquitectura lo que sucede en el exterior de un recinto resulta incontrolable, al igual que las condiciones biológicas de un cuerpo, por ello su única herramienta para controlar las condiciones de un lugar es el cerramiento que delimita los espacios, el Arquitecto debe crear una envolvente que proporcione al usuario el mayor grado de bienestar, convertido en verdaderos espacios habitables, pensando en las actividades a realizar, los usuarios que la habitaran, la orientación y ubicación de los espacios, la disposición de los vanos en cuanto a tamaño y proporción; y la selección de materiales constructivos. Sin olvidar que con ello podemos obtener el menor gasto energético, minimizando impactos en la construcción, y gastos en el periodo de su uso.

## UN POCO DE HISTORIA

El vidrio fue y es actualmente uno de los materiales más empleados en las envolventes de las construcciones, tiene una de las características más importantes y es que se trata de un cerramiento que permite comunicación visual con el exterior. Durante décadas el hombre ha despertado el mayor interés en su uso y por ello a través de los años se han desarrollado técnicas para su mejor aprovechamiento en la arquitectura, minimizando sus desventajas relacionadas con el bajo coeficiente de aislamiento térmico y acústico y su generación de efecto invernadero.

El vidrio evolucionado a través de los años, ha hecho parte de la historia de la arquitectura en el mundo, su concepción se ha modificado conforme al avance tecnológico que ha tenido, y su significado trasciende a una relación estrecha y especial con el hombre, “Es difícil explicar el atractivo del vidrio, parece operar sobre el espíritu humano casi como una obsesión. Si obedeciese a un único motivo, tendríamos que decir que este es la transparencia, o dicho de otro modo, su relación con la luz.” (Rodríguez y Raya, Pág. 6).

En la alta edad media, los espacios construidos eran lóbregos y cerrados y la iluminación escasa; en el gótico los vidrios solo cumplían la función de cerrar los huecos en las fachadas, que se concebían pequeños, y solo es hasta el siglo XIX cuando la arquitectura muestra una intención de proyectar una relación visual interior y exterior, y en la ventilación de los espacios; el vidrio adquiere una importancia especial, al ser integrado en los cinco puntos de la arquitectura de la U.I.A (Unión internacional de Arquitectos). “en estos edificios el vidrio se utiliza, no para cerrar un hueco, que es como se venía utilizando hasta ese momento, sino que la idea misma de hueco es superada y el vidrio pasa a ocupar la totalidad del muro y la cubierta” (Rodríguez y Raya, Pág. 6)

Es en 1914 cuando se da una de las más importantes publicaciones de Scheebart "La Arquitectura de Cristal", donde se evidencia la gran importancia que ha adquirido el vidrio en la proyección de las nuevas edificaciones, y que se refleja en dos construcciones enteramente en vidrio, el pabellón de cristal de Bruno Taut y la Werkbund de Colonia de W. Gropius. Estos dos edificios hacían de los postulados de Scheebart una realidad, y daban inicio a los inicios de la arquitectura moderna.

Pero es Mies Van Der Rohe quien en el siglo XX formula dos proyectos imponentes que no llegaron a construirse, pero que anticiparon una concepción de cristal como piel, para hacer visible la estructura del edificio. Fueron el rascacielos en la Friedrichstrasse de 1919, y el rascacielos de fachada Alabeada de 1920 -1921. Lo que si se proyecta y se construye de Mies Van Der Rohe son la casa Tugendat en Brno (1928-1930) y el pabellón alemán de Barcelona (1929), que determinan la construcción de pequeñas casas de cristal. En este momento el proceso industrial del vidrio no permitía la fabricación de láminas de vidrio de grandes dimensiones, con planimetría y espesor uniforme, solo es hasta 1954 y se hace comercial en 1959 la producción del vidrio con estas características.

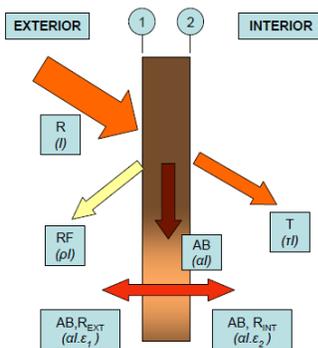
La década de los 50 se caracteriza por el uso de vidrio tintado, principalmente en las ciudades americanas y europeas son Mies Van Der Rohe y SOM (Skidmore, Owings & Merrill) quienes le dan al tema mayor fuerza, los vidrios tintados se hicieron comunes ya que tienen adiciones de óxidos metálicos que dotan al vidrio de un coeficiente de absorción mayor.

Estos proyectos arquitectónicos construidos con grandes áreas de vidrio empiezan a mostrar los problemas técnicos de este material, en cuanto a su reacción ante la radiación solar, la falta de propiedades térmicas y acústicas, y la no fabricación de paneles de grandes dimensiones.

## COMPONENTES Y PROPIEDADES DEL VIDRIO

El vidrio lleva consigo una cantidad de elementos y características importantes para entender su desempeño en la Arquitectura. Es un material transparente, por ello la radiación solar puede pasar en un 90% aproximadamente, la radiación solar se compone de radiación ultravioleta, radiación visible y radiación infrarroja. Esta radiación solar cuando entra en contacto con el vidrio es en parte reflejada, en parte transmitida al interior y en parte absorbida por el propio vidrio, en este caso la energía puede ser reenviada al exterior o interior .

Todo cuerpo transparente sometido a radiación se comporta, de forma general de acuerdo a este esquema.



**Figura 1. Comportamiento del Vidrio frente a la Radiación solar**

**Fuente: (Calvo, 2012, Pág. 154)**

R: Radiación Externa Recibida

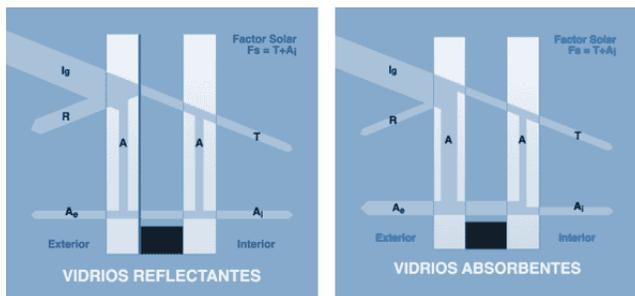
RF: Radiación reflejada hacia el exterior

AB: Radiación absorbida por el cuerpo

T: Radiación transmitida al interior

REext y RE int: Radiaciones del cuerpo absorbidas, reflejadas hacia el exterior y el interior

Los infrarrojos solares al atravesar el vidrio, calientan los elementos sobre los que inciden, que a la vez irradian infrarrojos de mayor longitud de onda que no son permeables al vidrio, quedando atrapados en el espacio interior, esto es a lo que se llama efecto invernadero, uno de los problemas que afectan las construcciones con vidrios monolíticos simples. Según el tipo de vidrio los flujos solares pueden variar, asumiendo que se tiene la posibilidad de tener vidrios con mayores coeficientes de reflexión y de absorción.



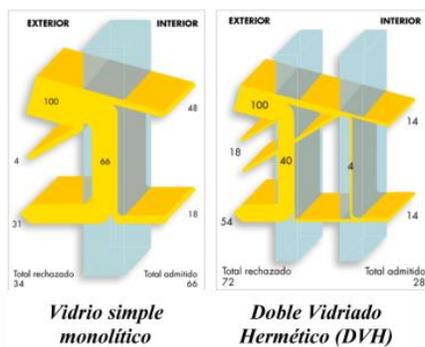
**Figura 2. Características vidrios control solar.**

**Fuente: [www.critalesgalindo.com](http://www.critalesgalindo.com)**

Cuanto mayores sean los coeficientes de reflexión y absorción, mayor es la respuesta del vidrio a la radiación solar. Si analizamos un vidrio monolítico de espesor entre 3 y 19mm, encontramos que el valor de transmitancia térmica (también llamado valor U) Sería de  $5.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , que se expresa en Watios por  $\text{m}^2$  y grado Kelvin. Lo que significa que supone un mayor flujo de calor a través de la superficie. La transmitancia térmica es la medida de calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través del vidrio. Un valor U bajo indica mejores propiedades de aislamiento.

## SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS

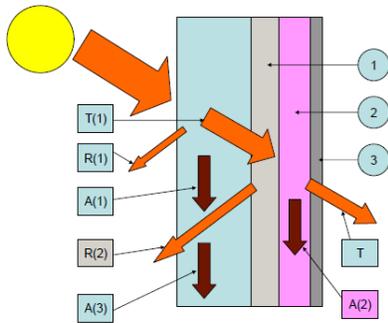
Con respecto a las grandes problemáticas que nos presenta el vidrio ante la radiación solar, la solución a esto es emplear vidrios de doble vidriado, que se separan entre sí por una cámara de aire deshidratado con la incorporación de gases inertes como el argón, el xenón o Kriptón, que reducen el factor de conducción y convección, mejorando el aislamiento térmico y que arroja una transmitancia térmica de  $3.0 \text{ W/ m}^2\text{K}$ .



**Figura 3. Vidrios simples y de Doble Vidriado**

**Fuente:** [www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-015.pdf](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-015.pdf)

Otra de las soluciones son los tratamientos superficiales que se aplican a las caras del vidrio, por pirolisis donde se aplican agentes reactivos durante la fabricación en su salida del baño a  $600^{\circ}\text{C}$  (capas duras), o posteriormente en frío por un proceso magnetrónico donde se le aplica al vidrio partículas metálicas (capas blandas). Este procedimiento ha ganado terreno en la oferta de vidrios de control solar, por la variabilidad para componer vidrios y su apariencia estética. Estos vidrios tienen la capacidad de transmitir la luz visible y tener altos índices de reflexión de la gama de infrarrojos.



**Figura 4. Vidrios con capa**

**Fuete:** (Calvo, 2012, Pág. 154)

La función general de la capa es:

1. Reflexión
2. Absorción
3. Protección de las anteriores

La radiación se presenta:

T(1), R(1) y A(1) son, respectivamente Transmisión, Reflexión y Absorción primarias del vidrio base.

R(2), Reflexión debida a la capa reflectante.

A(2), Absorción debida a la capa absorbente.

A(3), Absorción del vidrio base debida a la reflexión de capa reflectante; R(2).

T, Transmisión final.

El uso del vidrio también plantea dos particularidades visuales que son los reflejos, que pueden disminuir la idea de transparencia y la tonalidad verdosa, que se hace más evidente en los vidrios de mayores espesores.

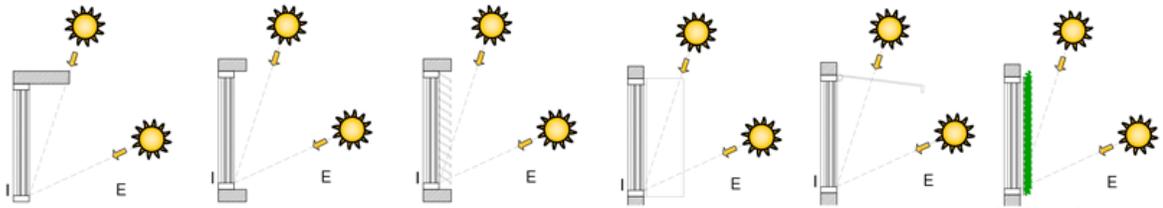
Para el uso del vidrio en fachadas también se debe tener en cuenta que es un elemento con una elevada resistencia a la compresión, pero a su vez es frágil e impredecible. Es importante

entender que hay dos factores sobresalientes que son la dilatación térmica y la rotura por choque térmico. La dilatación térmica condiciona su utilización con todos sus bordes libres para una libre expansión del material por el calor recibido, y la rotura por choque térmico que se da con cambios bruscos de temperatura en sus superficies, sobre todo en vidrios con altos coeficientes de absorción; este efecto se puede remediar con el proceso de templado. Este vidrio se produce recalentando la lámina de vidrio flotado en un horno a unos 600°C y enfriándolo rápidamente con aire fresco por las dos caras, así se obtiene mayor resistencia estructural y al impacto que el vidrio flotado sin tratar. En caso de rotura se fragmenta en pequeños trozos.

En cuanto a las características frente al ruido, el vidrio no posee buenas propiedades acústicas. Un vidrio monolítico puede reducir entre 10 a 15 decibeles. Para minimizar este problema, se puede hacer uso de vidrios laminados con dos hojas de vidrio y entre ellas una capa de polivinil butiral acústico PBV(A). El Polivinil Butiral (PVB) es un compuesto químico resultado de mezclar alcohol de polivinilo con Butiraldehído. Se utiliza como lámina, que por su adherencia y transparencia permite la unión de dos hojas de vidrio. Además evita el desprendimiento de fragmentos de vidrio por rotura. El PVB (A) Es una capa de Polivinil Butiral que está dotada de características para la absorción del sonido y reduce el nivel de transmisión a través del cristal ayudando a mantener aislado el ruido no deseado o para mantener el ruido adentro. También podemos utilizar vidrios de doble acristalamiento con un espesor asimétrico de las hojas del vidrio o con un buen espacio de cámara de aire, esto puede llegar a aislar entre 40 y 45db.

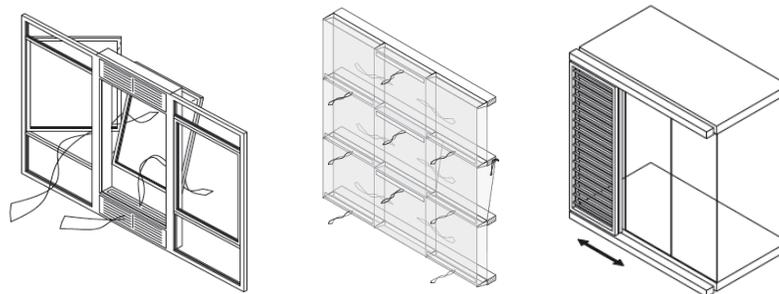
El vidrio puede entonces solucionar parte del problema de protección solar, pero un conjunto de buenas prácticas y elementos tradicionales, pueden ser la respuesta a una arquitectura ecoeficiente. Las persianas, cortasoles, pérgolas, retranqueos y vegetación son elementos de apoyo, y quizás no tengamos que recurrir al vidrio de más alta tecnología. Los sistemas de

ventilación pasiva, posibilidad de tener apertura en ventanas para controlar la entrada de aire según las condiciones del exterior, son estrategias tradicionales, aplicadas a través de los años y que no pueden ser olvidadas en la actualidad para dotar nuestros espacios de altos niveles de confort.



**Figura 5. Elementos apoyo control solar**

**Fuente:** [www.beyondsustainable.net](http://www.beyondsustainable.net)



**Figura 6. Elementos compositivos de fachada**

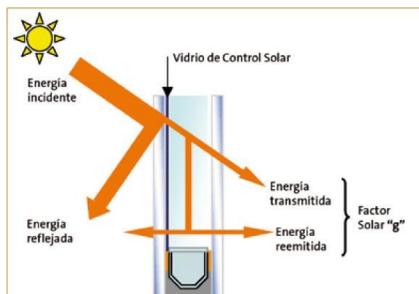
**Fuente:** Imagen tomada de Libro Fachadas. , Ulrich Knaack

Es importante entonces analizar fachadas existentes, que su envolvente corresponde a grandes áreas vidriadas, y determinar con ayuda del software Calumen II, los flujos energéticos comparados con una base de vidrio simple, para determinar las ganancias energéticas al utilizar vidrios de control solar. Este software se obtiene gratuitamente en la página web <http://mx.saint-gobain-glass.com/downloads>, es el único disponible para el público en general. Es un software de simulación para el cálculo del rendimiento del vidrio, nos arroja los datos de factores luminosos, factores energéticos y factor solar. Además del coeficiente de transmisión térmica.

Para realizar un análisis adecuado de los vidrios se debe tener en cuenta lo siguiente:

La suma de los porcentajes de Reflexión externa, absorción y transmisión totaliza el 100%. El valor de transmisión es la incidencia de radiación solar transmitida directamente a través del vidrio. La reflexión externa es la radiación solar reflejada hacia el exterior y la absorción la radiación absorbida por el vidrio (en parte remitida al exterior, en parte remitida al interior).

El factor solar (SHGC) es el porcentaje de radiación solar incidente en el vidrio que es internamente transferida, directa o indirectamente a través del vidriado. La porción de ganancia directa es igual a la transmisión de energía solar, mientras que la indirecta es la fracción de la incidencia de la radiación solar en el vidrio que es absorbida y reirradiada o conducida internamente. Un vidrio incoloro de 3mm posee un FS de 0.87.



**Figura 7. Factor solar de un vidrio**

**Fuente:** <http://soluciones-eficiencia-energetica.blogspot.com/2010/07/factor-solar-de-un-vidrio-incidencia.html>

El coeficiente de sombra es una medida alternativa de la ganancia de calor a través del vidrio. La razón entre la ganancia solar de un vidrio respecto a un vidrio plano incoloro 3mm de espesor.

Como referencia un vidrio incoloro 3mm posee un CS de 1. Un valor bajo de coeficiente de sombra indica poca ganancia de calor.

## **EL VIDRIO EN ALGUNOS PROYECTOS**

A continuación se presentan algunos proyectos que tienen en común que su envolvente se compone de grandes áreas de vidrio, Se mostrará qué vidrio utilizaron y cuáles son sus características frente a la radiación solar. Se hace una comparación con un vidrio templado incoloro 10mm, ya que para este sistema de fachadas es el más utilizado, siendo un vidrio monolítico simple de gran demanda comercial.

### **PROYECTO: MATISSES**



**Figura 8. Edificio Matisses**

**Fuente: Archivo fotográfico Cerramientos Constructivos S.A**

Locación: Calle 52 Sur No 44-45 sabaneta- Antioquia

Vidrio: Templado laminado 5mm Reflectivo nc (ST167) + PVB 0.76mm + 6mm nc

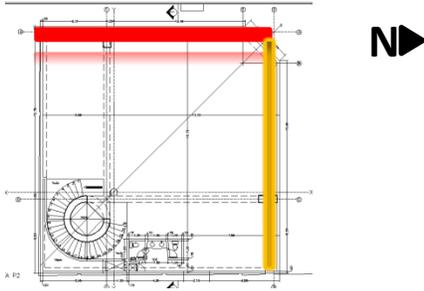
Sistema: Fachada flotante Spider Glass

Constructora: Jorge Aristizabal

Arquitecto: Pablo Castaño

Cantidad M2 de vidrio: 880m2 aproximadamente

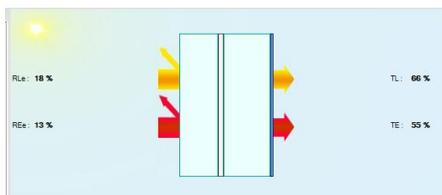
Uso: Comercial



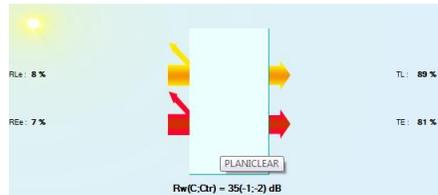
**Figura 9. Areas vidriadas, con mayor exposición a la radiación solar**

**Fuente: Arquitecto Pablo Castaño**

CARACTERISTICAS ENERGETICAS	TIPO DE VIDRIO	
	VIDRIO TEMPLADO LAMINADO 5MM Reflectivo NC (ST 167) + PVB 0,76mm NC + 6mm NC	TEMPLADO INC 10MM
Transmisión Energética	55%	81%
Reflexión Energética Externa	13%	7%
Absorción Energética	32%	12%
SHGC (Factor Solar)	0,63	0,84
Coeficiente de sombra	0,72	0,96
Valor U	5,5 W/M2.K	5,6 W/M2.K



Vidrio control solar



Vidrio monolítico simple

\*Datos tomados del software Calumen II

Matisses se presenta como un proyecto vitrina, donde el objetivo es mostrar para vender, por ello recurre al vidrio, queriendo la mayor cantidad de transparencia. No utiliza ningún otro elemento compositivo de fachada, salvo una persiana superior de tan solo 30cm de altura. Debido a la cantidad de área vidriada, y que una de sus caras recibiría la mayor parte del poniente, se optó por utilizar un vidrio de control solar.

De acuerdo a los cálculos obtenidos se puede ver que este vidrio desvía un 37% de la radiación solar ya que ofrece un coeficiente de ganancia solar de 0.63. Este vidrio presenta un 66% de transmisión luminosa, lo que significa que reduce considerablemente la entrada de luz. Es un vidrio con un buen coeficiente de absorción lo que le da las propiedades de control solar.

## **PROYECTO: INCODOL**



**Figura 10. Edificio Incodol**

**Fuente: Archivo fotográfico Cerramientos Constructivos S.A**

Locación: Calle 33 #74e-156 Medellín- Antioquia

Vidrio: Templado laminado 5mm Reflectivo nc (ST50) + PVB 0.76mm + 6mm nc

Sistema: Sistema fachada flotante Spider Glass

Constructora: Arquitectura y Gestión

Arquitecto: Jorge Ramírez

Cantidad M2 de vidrio: 350m2 aproximadamente

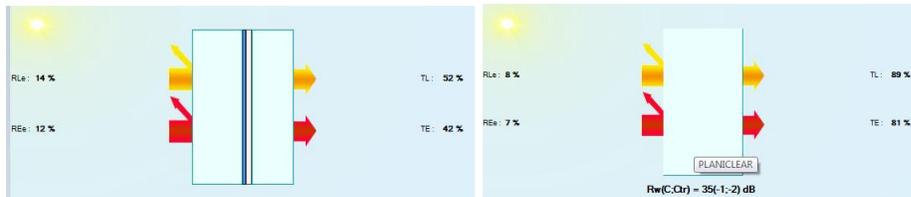
Uso: Servicios de Salud



**Figura 11. Areas vidriadas, con mayor exposición a la radiación solar**

**Fuente: Arquitecto Jorge Ramirez**

CARACTERISTICAS ENERGETICAS	TIPO DE VIDRIO	
	VIDRIO TEMPLADO LAMINADO 5MM Reflectivo NC (ST 150) + PVB 0,76mm NC + 6mm NC	TEMPLADO INC 10MM
Transmisión Energética	41%	81%
Reflexión Energética Externa	12%	7%
Absorción Energética	47%	12%
SHGC (Factor Solar)	0,52	0,84
Coefficiente de sombra	0,6	0,96
Valor U	5,5 W/M2.K	5,6 W/M2.K



Vidrio control solar

Vidrio monolítico simple

\*Datos tomados del software Calumen II

Incodol maneja un sistema donde rompe los elementos planos con curvas, pero las compone en su totalidad de vidrio. En su parte lateral derecha compone la fachada de aluminio compuesto, pero no se vale de ningún otro elemento para la ventilación natural.

Este vidrio posee un poco más de absorción, por ello la transmitancia de energía es del 41%, menor si la comparamos con el vidrio ST 167. Este desvía una radiación solar de 48% y nos presenta un 50% transmisión de luz visible.

Estos dos tipos de vidrios son vidrios de capa magnetronica, su control solar se debe a sus altos contenidos de absorción. Lo que los hace de especial cuidado ya que la energía del material aumenta, reenviando la energía hacia el interior y exterior del vidrio. Su uso significó en gran medida, una reducción de la temperatura de los espacios interiores, y por ello una reducción de consumos de aire acondicionado. Otra de las ganancias obtenidas, es que la transmisión de luz Visible, se atenúa, impidiendo los destellos por luz visible directa. Estas dos construcciones aunque no tienen elementos de apoyo en sus fachadas para el control solar, no utilizaron un vidrio simple, sino que seleccionaron un vidrio con mejores propiedades. Por ello el análisis con el vidrio templado simple de 10mm, ya que es un vidrio de una alta demanda en el medio de la construcción actualmente para este tipo de sistemas constructivos de fachadas, y sus propiedades frente a la radiación solar son casi nulas. Permitiendo la entrada del 81% de energía solar recibida, lo que convierte los espacios en invernaderos sino se buscan otras alternativas para ventilar los espacios y controlar la entrada de la energía solar.

La importancia de la envolvente arquitectónica, se centra en entender que es esta quien controla los intercambios energéticos, lo que dota de confort los espacios habitables y que su buen uso radica en la buena utilización de los materiales, de una buena estrategia de control energético y

acústico, y es esta quien puede reducir considerablemente la demanda energética y las emisiones CO<sub>2</sub> generadas en los edificios. "No existen bueno o malos materiales sino buenas aplicaciones del material" (Calvo, 2012, pág. 181), no existen vidrios con la receta perfecta, Se deben considerar acristalamientos de acuerdo a cada clima, la orientación geográfica y la latitud. Las necesidades de intensidad lumínica que requieren los espacios debido a su uso para otorgar un buen nivel de confort.

El vidrio seguirá siendo el material elegido para dotar nuestros espacios de iluminación, y los adelantos tecnológicos irán a la par para dotar a los vidrios de las mejores propiedades y reducir las desventajas que consigo lleva. Pero no debemos perder la posibilidad de diseñar cada envolvente como un conjunto de elementos, una combinación de prácticas que juntas hagan de nuestros espacios interiores habitables, el uso de sistemas multicapa, fachadas de doble piel, sistemas de ventilación y sistema de protección solar son algunas opciones que como arquitectos debemos proyectar.

## REFERENCIAS

- Knaack, Ulrich, Fachadas, Principios de construcción. Boston, Berlín. 2007
- MINGUET, Josep. Fachadas. Barcelona. Ed. Monsa, 2010.223p
- CHUECA, Pilar. Fachadas innovación y diseño. Barcelona: Charles Broto i comerma, 2008. 239p.
- LOSADA LOZANO, Álvaro. La piel del edificio acabados arquitectónicos de superficie. Santiago de Cali: Universidad del Valle, 2008. 207p.
- WESTON, Richard. Materiales forma y Arquitectura. Barcelona: Blume, 2003. 240p
- OCHOA MARTINEZ, Bernardo. Sistema de fachada flotante en vidrio anclado a losas y su interacción con la edificación. Colombia: Tesis universida Nacional de Colombia, 1998. 315p.
- RODRIGUEZ, Manuel. Estudios de Arquitectura Bioclimática. México. DF: Limusa, Universidad Autónoma Metropolitana, 2004. 338p.
- PARICIO, Ignacio. La alta construcción: contradicciones en la técnica en el cambio de siglo. Arquitectura Viva, N 66. p104- 107.
- PARICIO, Ignacio. La protección solar: entre las soluciones tradicionales y las nuevas tecnologías. Arquitectura Viva, N 58. P 102- 109.
- Velasco, R., y Robles, D. (2011). Diseño de ecoenvolventes. modelo para la exploración, el diseño y la evaluación de envolventes arquitectónicas para climas tropicales. Revista de Arquitectura, 13, 92-105.

- Vera Palau Climent, El confort de los usuarios de la biblioteca pública municipal de puzol. <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13281/Memoria.pdf?sequence=1>
- Hernández, R; Irulegui, O; Fernandez, M. (2012). El vidrio en la Arquitectura. En J. Clavo (Ed), *Arquitectura Ecoeficiente* (p.p 147-183). San Sebastian, España: Servicio editorial de la Universidad del país Vasco
- Rodríguez, J; Raya, A. Arquitectura de Vidrio. *Tectónica*, 10, 4-23.