



HISTORIA REAL DE UNA FACHADA EXITOSA: Vidrios Solarban® Potenciando Torre T.OP

Un Caso Probado de Ahorro, Confort y Estética



Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	3
Infografía	5
1. Evolución: Un Caso Real de Ahorros	6
2. Torre T.OP: El Edificio Más Alto de Latinoamérica	7
2.1 <i>Clima Local del Caso de Estudio</i>	9
2.2 <i>Factores Clave para un Edificio de Alto Desempeño</i>	10
2.3 <i>Características Técnicas de los Sistemas de Vidrio</i>	13
2.4 <i>Metodología</i>	14
2.5 <i>Comparativa de los Sistemas de Vidrio</i>	15
3. LEED®, Edificio T.OP Certificado como Sostenible	16
3.1 <i>Impacto de la Selección de Vidrio en la Certificación LEED®</i>	17
4. Finanzas & Rentabilidad	20
4.1 <i>Costos de Inversión Inicial</i>	20
4.2 <i>Costos de Operación</i>	22
5. Nivel de Confort para los Ocupantes	23
5.1 <i>Confort Térmico: Control de Ganancias de Calor</i>	26
5.2 <i>Confort Lumínico: Control de Deslumbramiento</i>	29
6. ¿Cuánta Energía Consume una Ciudad Vertical de Vidrio Arquitectónico?	31
6.1 <i>Porcentajes de Consumo por Tipo de Uso</i>	32
6.2 <i>Reducción de Emisiones de CO₂ al Ambiente</i>	34
7. Conclusiones	35
8. Anexos	37
8.1 <i>Zonas Climáticas de México (ASHRAE)</i>	37
8.2 <i>Análisis de Confort Térmico</i>	39
8.3 <i>Análisis de Iluminación Natural</i>	40
8.4 <i>Tarifas Eléctricas en Torre T.OP</i>	40



Resumen Ejecutivo



Con más de 100 años de trayectoria y liderazgo en innovación, **Vitro continúa consolidándose como un referente global en calidad, diseño y eficiencia energética aplicada a la arquitectura.**

Su compromiso con el desarrollo sostenible se refleja en cada proyecto, donde el vidrio es protagonista en la creación de espacios que elevan el confort y la eficiencia energética. Una inversión con resultados inmediatos en calidad de vida y rentabilidad en el corto, mediano y largo plazo.

Se realizó un análisis, por medio de una firma especializada en consultoría en eficiencia energética y sustentabilidad (Three Consultoría Ambiental), con el objetivo de medir el impacto positivo al seleccionar vidrio con tecnología de alto desempeño energético en la fachada de Torres Obispado (T.OP).

Un desarrollo a cargo de **Nest y Ancore Group** ubicado en Monterrey, Nuevo León. Esta emblemática obra, diseñada por el **reconocido arquitecto Bernardo Pozas**, es actualmente el edificio más alto de Latinoamérica, con 305 metros de altura.

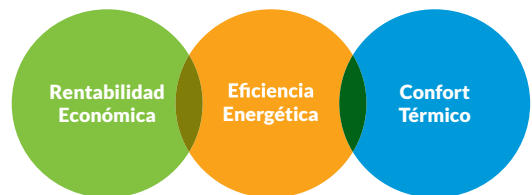
Este icónico edificio incorpora **Solarban® R100 Claro + Claro** en sus fachadas, una solución que combina **transmisión luminosa, control solar y eficiencia térmica**. El vidrio ha sido seleccionado estratégicamente para maximizar la iluminación natural, reducir la carga térmica interior y mejorar el confort, sin sacrificar estética ni eficiencia energética.

HISTORIA REAL DE UNA FACHADA EXITOSA:

Vidrios Solarban® Potenciando Torre T.OP

Un Caso Probado de Ahorro, Confort y Estética

A través de un análisis integrado se han evaluado tres pilares fundamentales del éxito del proyecto:



Cada uno de estos factores incide directamente en la experiencia de los ocupantes, en los costos operativos del inmueble y en el valor a largo plazo para inversionistas y desarrolladores. Torre T.OP representa así un nuevo referente en el uso inteligente del vidrio para crear espacios sustentables, eficientes y centrados en el bienestar.

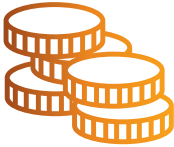






A continuación, se presenta un comparativo de cinco configuraciones de vidrio, evaluando su inversión inicial (incluyendo el sistema HVAC), costos anuales de operación, confort térmico sin climatización, riesgo de deslumbramiento y emisiones anuales de CO₂e:

Tipo Vidrio	Producto(s)	Espesor (mm)	Costo de Inversión inicial en vidrio y sistema HVAC (MXN)	Costo de operación anual (MXN)	Porcentaje de horas en confort térmico sin aire acondicionado ¹	Porcentaje del área con deslumbramiento	Emisiones al aire (Toneladas de CO ₂ e/año) ²
Monolítico	Claro	12	\$322,782,361	\$ 49,841,673	28%	64%	6,156
Doble	Claro + Claro	25	\$ 311,120,044	\$ 45,702,040	31%	62%	5,375
Doble	Optigray® + Claro	25	\$ 264,406,898	\$ 40,113,883	31%	63%	4,938
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	25	\$ 245,395,348	\$ 35,273,408	34%	59%	4,612
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	25	\$ 206,530,354	\$ 29,952,395	39%	41%	4,281

Tabla 1. Tabla resumen resultados de análisis

Los resultados demuestran que la eficiencia de los distintos sistemas de vidrio presentados, son rentables, beneficiosos para la calidad de vida de los usuarios y tienen un menor impacto ambiental, siendo el vidrio **Solarban® R100 Claro + Claro** el óptimo para este proyecto entre los vidrios evaluados.

<p>Retorno de Inversión Inicial (ROI): Inmediato</p>  <p>AHORRO de 116 MDP desde el primer minuto.</p> <p>Reducción de un 58% en la capacidad de los equipos de HVAC.*</p>	<p>Confort Térmico:</p>  <p>Solarban® R100 Claro + Claro brinda un mayor confort térmico de 39% de horas al año.*</p>
<p>Impacto en Costos de Operación Anual:</p>  <p>AHORRO de 20 MDP al año en costos de operación de HVAC.</p> <p>Considerando 40 años de vida útil promedio del edificio, solo en ahorros operativos, Solarban® R100 Claro + Claro logra evitar un gasto de más de 795 MDP.</p>	<p>Confort Lumínico:</p>  <p>Menor deslumbramiento en el 23% de las áreas, creando espacios confortables.*</p> <p>Reducción de Emisiones:</p>  <p>¡Evita el impacto de +3,000 toneladas de emisiones de carbono al año!</p> <p>A lo largo de la vida útil del edificio se reducirá un total de 123,240 tCO₂e, que equivale a retirar 26,800 vehículos en circulación.</p>

*Comparado con vidrio Claro monolítico de 12mm.

¹ Proporción del tiempo en que la temperatura interior se mantiene entre 18 °C y 26 °C sin necesidad de sistemas de enfriamiento.

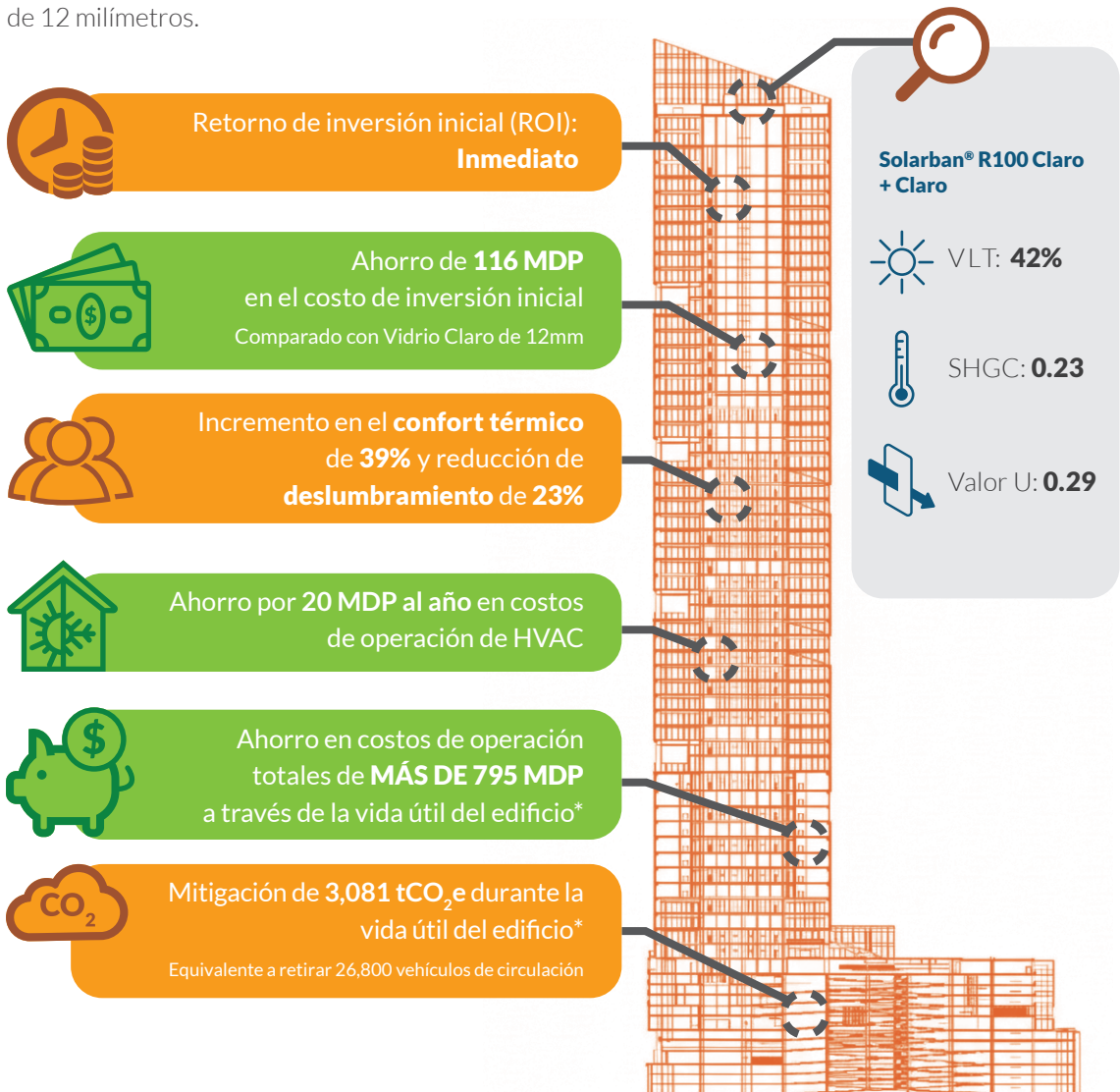
² CO₂e significa "dióxido de carbono equivalente" e incluye diferentes gases de efecto invernadero convertidos a una métrica común para facilitar su comparación.

La selección de un vidrio arquitectónico de alto desempeño energético brinda mejoras importantes para las personas y el medio ambiente, además de abonar a la reducción de costos de inversión inicial y de operación anual.

El caso de éxito de **Torre T.OP** demostró los siguientes beneficios tangibles al seleccionar el sistema de vidrio **Solarban® R100 Claro + Claro** versus la línea base con vidrio Claro monolítico de 12 milímetros.

Beneficios de Solarban® R100 Claro + Claro

-  Rentabilidad Económica
-  Eficiencia Energética
-  Confort del Usuario



*Para términos de este estudio, se está considerando una vida útil del edificio de 40 años.

1. Evolución: Un Caso Real de Ahorros



Actualmente, el sector de la construcción es responsable de aproximadamente el 40% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), y se estima que cerca de dos tercios de la infraestructura existente se conservarán hasta el año 2050.

En México, particularmente en la zona norte, los sistemas de aire acondicionado representan alrededor del 50% del consumo total de energía en las edificaciones. El uso de acristalamiento simple o muros cortina en fachadas contribuye significativamente a este consumo, al favorecer la ganancia de calor no deseado³ que incrementa la demanda de refrigeración.

Solarban® R100 Claro + Claro es un vidrio con tecnología de alto desempeño, debido a sus 3 capas de plata que ofrecen un sobresaliente coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC), bajo un sistema de acristalamiento doble con una cámara de aire en su interior, ayudando a **reducir, de manera significativa, las ganancias térmicas en verano y las pérdidas de calor en invierno.**

La implementación de vidrios arquitectónicos de baja emisividad (Low-E)⁴ disminuyen la necesidad de utilizar sistemas de calefacción y/o aire acondicionado para alcanzar el confort térmico, reduciendo los costos de compra y operación. Además, promueve una mayor entrada de luz natural, mejorando el bienestar y la calidad del ambiente interior para los ocupantes, disminuyendo el consumo de electricidad.

³ Calor del exterior que entra al edificio, elevando la temperatura interior y aumentando la necesidad de enfriamiento.

⁴ Vidrios con un recubrimiento que reduce la radiación térmica, ayudando a mantener la temperatura interior y mejorar la eficiencia energética.

2. Torre T.OP: El Edificio Más Alto de Latinoamérica

La Torre T.OP es el edificio más alto de Latinoamérica.

305 metros de altura
71 pisos
66,911 m² de construcción

Esta imponente estructura de uso comercial, ubicada en Avenida Hidalgo 2404, colonia Obispado, en Monterrey, Nuevo León, fue diseñada con una visión integral de sostenibilidad desde el inicio de su construcción en 2016, culminando en 2020.

La Torre T.OP forma parte de un proyecto campus de usos mixtos, que también comprende una torre residencial. La concepción de este

complejo se centró en **minimizar el impacto medioambiental**, integrando estrategias innovadoras en el diseño de la infraestructura, las instalaciones, la arquitectura y los procesos constructivos.

Este campus cuenta con la certificación LEED® Core & Shell v2009 Nivel Oro. Esta distinción, que abarca la infraestructura y el diseño fundamental del complejo, es el resultado de una estrategia integral y proactiva de sostenibilidad que se implementó desde las fases iniciales del proyecto.

Como parte central de este plan, se establecieron objetivos ambiciosos que van más allá de la construcción, buscan generar un impacto positivo a largo plazo:

Gestión Avanzada de Residuos de Construcción:

Desde el inicio, se aplicaron técnicas rigurosas de construcción y demolición enfocadas en reducir, reutilizar y reciclar materiales. Esto fue clave para minimizar el impacto ambiental del proceso de obra.

Optimización Sostenible de Recursos:

Se implementaron estrategias para usar de forma eficiente el agua y la energía. Esto incluyó desde elegir materiales y sistemas de alto rendimiento hasta integrar tecnologías innovadoras que aseguran un menor consumo operativo del edificio.

Fomentar la Cultura de Edificación Verde:

Desarrollo de programas de capacitación dirigidos a futuros inquilinos y operadores, con el fin de promover la aplicación activa de principios de edificación verde y hábitos de ahorro energético, asegurando así la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Establecimiento de un Legado de Construcción Sustentable:

Definición e implementación de un proceso de construcción sustentable robusto y obligatorio, que sirve como modelo y directriz para futuros proyectos, asegurando que las prácticas de sostenibilidad sean una norma y no una excepción.

La representación visual del edificio se definió principalmente con base en el acristalamiento (es la forma correcta). Después de un minucioso proceso de selección, se decidió instalar un sistema de vidrio doble de alto desempeño: **Solarban® R100 Claro + Claro de Vitro Vidrio Arquitectónico**, cubriendo aproximadamente el **90% del total de la fachada del edificio**.

Solarban® R100 Claro + Claro es un vidrio de baja emisividad y reflexión neutra. Gracias a su tono azul grisáceo, ayuda a reducir el deslumbramiento causado por el sol, creando un ambiente más confortable para todos los que están dentro del edificio. En el interior, cuenta con una reflectancia del 14%, y al exterior, alcanza un 32%.

La tecnología de Solarban® R100 Claro + Claro destaca por su excelente desempeño térmico. Ofrece un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC⁵) de 0.23 y una transmisión de luz visible (VLT⁶) del 42%. Estas características contribuyen directamente a mejorar la eficiencia energética de la torre y el confort interior de sus espacios.

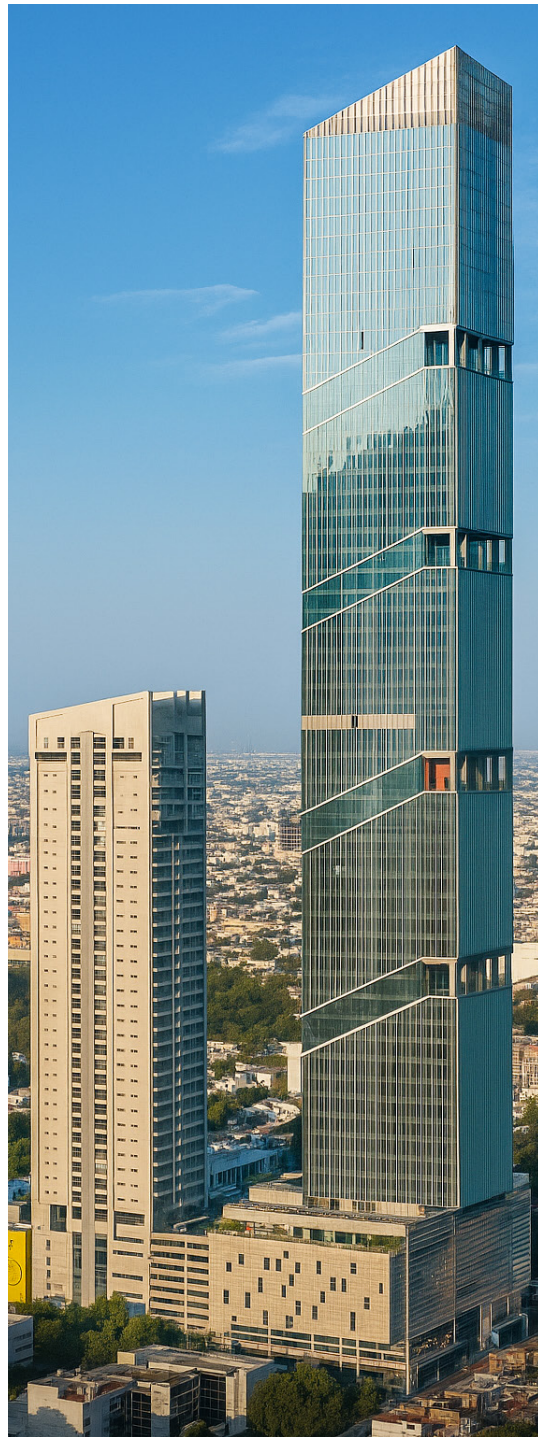


Imagen 3. Aplicación del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro en Torre T.OP

⁵ Indica cuánta energía solar entra a través del vidrio en forma de calor. Un valor bajo ayuda a mantener los espacios frescos

⁶ Porcentaje de luz natural que pasa a través del vidrio. Un valor más alto permite más iluminación natural.

2.1 Clima Local del Caso de Estudio

De acuerdo con el estándar **ASHRAE 90.1⁷**, la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), se clasifica dentro de la zona climática 2B, caracterizada por un clima **seco, cálido y extremo**, con lluvias esporádicas que suelen concentrarse al final del verano. Las temperaturas varían entre los 10 °C y 35 °C, y la **radiación solar media es de 5 kWh/m²**.

Debido a estas condiciones, para alcanzar el confort térmico en esta zona bioclimática es

necesaria la implementación de sistemas de enfriamiento y calefacción. En una ciudad como Monterrey, donde la irradiación solar es elevada, el uso de vidrios dobles de alto desempeño resulta fundamental para mejorar la eficiencia energética, reducir la demanda de climatización, incrementar el confort de los ocupantes y contribuir al cumplimiento de certificaciones ambientales como LEED®.

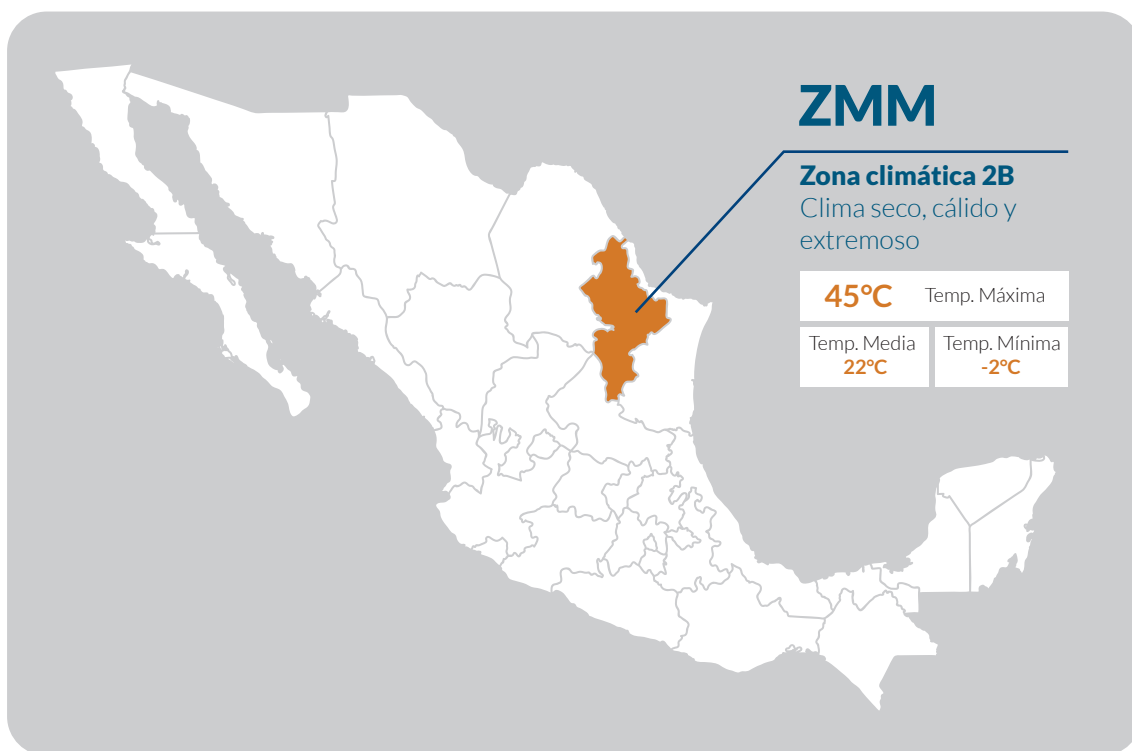
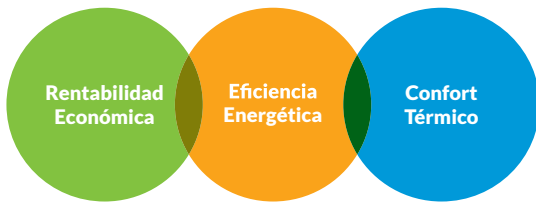


Imagen 4. Zona climática Monterrey (Zona Metropolitana Monterrey)

⁷ASHRAE 90.1 (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) es un estándar internacional de eficiencia energética que establece los requisitos energéticos para edificios, excluyendo las residencias de baja altura. Este estándar es utilizado como referencia para la certificación LEED®.

2.2 Factores Clave para un Edificio de Alto Desempeño

La selección de materiales en un proyecto no solo debe responder a criterios estéticos o estructurales, sino que debe tomar en cuenta tres aspectos clave:



En este sentido, la envolvente del edificio⁸ juega un papel fundamental, ya que es el componente que permite equilibrar estos factores y maxi-

mizar los beneficios del diseño arquitectónico. En el caso específico de la Torre T.OP, el vidrio constituye el material dominante en la envolvente, cubriendo el 90% de la fachada, lo que influye directamente en el desempeño energético del edificio y, por lo tanto, en la experiencia y bienestar de sus ocupantes.

Al hablar de rentabilidad económica, es esencial considerar tanto los costos asociados a la inversión inicial, como los que se generan durante la operación a lo largo de la vida útil del edificio. Una selección adecuada de materiales, así como los vidrios de alto desempeño⁹, reducirán los costos operativos del proyecto.

Rentabilidad Económica



Costo de Inversión Inicial

La rentabilidad de los costos de capital está vinculada a la reducción en la necesidad de equipos para los sistemas de enfriamiento y calefacción, debido a la selección de un vidrio con alto desempeño en eficiencia energética para el diseño de la envolvente como en el caso de Torre T.OP.



Costos de Operación

La rentabilidad de los costos operativos está directamente relacionada con los ahorros económicos generados por la reducción en el consumo de energía eléctrica, resultado de una adecuada sinergia entre los sistemas del edificio y su envolvente.

⁸ La envolvente del edificio se refiere a la barrera física que separa el interior climatizado del entorno exterior. Incluye la fachada, las ventanas, el techo y el piso.

⁹ Los vidrios de alto desempeño son productos avanzados diseñados con tecnologías (como recubrimientos de baja emisividad o configuraciones de doble acristalamiento) para optimizar el aislamiento térmico y el control solar, reduciendo significativamente la transferencia de calor.

Optimizar la eficiencia **energética de un edificio** es crucial para su desempeño sostenible y para reducir su impacto ambiental. Esto se logra principalmente mediante una envolvente con materiales térmicamente eficientes que actúan como una barrera contra la ganancia o pérdida de calor no deseada. Al minimizar la demanda de climatización y optimizar el uso de la iluminación natural, se consiguen dos beneficios clave:

Disminución de Costos Operativos:

La reducción en el consumo de energía eléctrica para enfriamiento, calefacción e iluminación se traduce directamente en ahorros económicos sustanciales durante la operación del edificio.

Minimización de Emisiones de GEI

Un menor consumo de energía procedente de fuentes no renovables contribuye significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al medio ambiente, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y mitigación del cambio climático.

El **confort térmico** se refiere al nivel de satisfacción de los ocupantes con su entorno térmico, es decir, cuando no presentan sensación de frío o calor excesivo. En un edificio de alto desempeño, este aspecto es fundamental para el bienestar y la productividad. Se logra cuando factores como la temperatura del aire, la humedad relativa y la temperatura radiante de las superficies interiores se mantienen dentro de rangos idóneos. Una envolvente bien diseñada con materiales que controlan eficazmente la transferencia de calor es esencial para mantener estas condiciones, asegurando un ambiente interior agradable y estable para los usuarios, sin depender excesivamente de sistemas activos de climatización.

Para lograr este equilibrio entre eficiencia, rentabilidad y confort, el diseño de la envolvente en Torre T.OP —y específicamente la elección del sistema vidriado— fue crucial. Este sistema no solo optimiza el rendimiento energético, sino que también tiene un impacto directo y significativo en el bienestar de los usuarios a través de tres factores principales de confort: acústico, lumínico y térmico.





Confort Lumínico: Disfrutar de la Luz Perfecta

Implica la optimización de la iluminación natural para proporcionar un ambiente visualmente ideal, minimizando el deslumbramiento y los contrastes visuales. Un diseño adecuado busca maximizar la entrada de luz diurna, reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante el día. Esto no solo mejora la percepción del espacio y el estado de ánimo, sino que también contribuye directamente a la eficiencia energética del edificio.

Confort Acústico: Disfrutar de la Tranquilidad Justa

Se logra mediante el control de la calidad del ambiente sonoro, tanto de fuentes externas como internas. Esto incluye el aislamiento acústico para mitigar el ruido proveniente del exterior y la absorción de sonido dentro del espacio para reducir la reverberación y las distracciones. Un entorno acústicamente confortable es esencial para la concentración, la comunicación efectiva y la sensación general de tranquilidad de los usuarios.



Confort Térmico: Comodidad al Interior Todo el Año

Se refiere a la condición mental que expresa la satisfacción con el entorno térmico. Este estado se logra al mantener la temperatura del aire, la humedad relativa y la temperatura radiante de las superficies dentro de un rango óptimo. Un diseño de envoltente eficiente permite alcanzar este equilibrio sin una dependencia excesiva de los sistemas de climatización activa, mejorando la sensación de bienestar y la productividad de los ocupantes.



2.3 Características Técnicas de los Sistemas de Vidrio

Durante el diseño y la selección de materiales para la envolvente de un edificio, es fundamental considerar cómo el vidrio impacta directamente tanto en el confort de los espacios interiores como en el consumo de energía. Un vidrio de alto desempeño no es solo una superficie transparente; es un componente activo capaz de gestionar la energía solar recibida, bloquean-

do de 2 a 7 veces más la ganancia solar que un vidrio convencional¹⁰ permitiría.

Para evaluar el rendimiento de los sistemas de acristalamiento y entender su contribución a la eficiencia y el confort, se utilizan principalmente tres métricas clave:

VLT (Transmisión de Luz Visible)

El VLT representa la **cantidad de luz visible** que es capaz de atravesar un sistema de acristalamiento y llegar al interior del espacio. Se mide en una escala de 0 a 1, donde un valor más alto indica una mayor transmisión de luz.

Cómo interpretarlo:

Un valor VLT más alto significa que **más luz natural entra al edificio**. Esto es beneficioso para la iluminación de los espacios interiores, reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante el día. Sin embargo, en un vidrio de alto desempeño, el objetivo es lograr un VLT alto sin comprometer el control del calor (SHGC), buscando un equilibrio que maximice la luz natural y minimice el deslumbramiento y la ganancia de calor.

SHGC (Coeficiente de Ganancia de Calor Solar)

El SHGC cuantifica la cantidad de **radiación solar** (calor) que atraviesa directamente un sistema de acristalamiento y entra en el edificio. Se expresa en una escala de 0 a 1.

Cómo interpretarlo:

Un valor SHGC más bajo indica que el vidrio es **más efectivo para bloquear la radiación solar directa**. En climas cálidos como el de Monterrey, esto es crucial, ya que una menor ganancia de calor solar significa que los sistemas de aire acondicionado trabajarán menos, reduciendo el consumo de energía y mejorando el confort térmico interior.

Doble acristalamiento SOLARBAN® R100 CLARO + CLARO

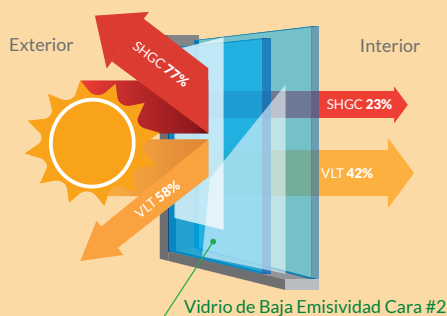


Imagen 5. Propiedades térmicas y ópticas del vidrio

Valor U (Coeficiente Global de Transferencia de Calor)

El Valor U mide la capacidad de un sistema de acristalamiento para transferir calor a través de conducción, convección y radiación. En términos sencillos, nos indica qué tan bien **aisla térmicamente** el vidrio.

Cómo interpretarlo:

Un valor U más bajo significa que el vidrio es un mejor aislante, permitiendo **menos transferencia de calor** (ya sea entrada de calor en climas cálidos o pérdida de calor en climas fríos). Esto se traduce en un menor uso de los sistemas de calefacción o enfriamiento del edificio, lo que contribuye directamente a la eficiencia energética.

¹⁰ El vidrio convencional, o monolítico, se refiere a una sola lámina de vidrio sin recubrimientos especiales o configuraciones avanzadas. Su rendimiento térmico y solar es significativamente inferior al de los vidrios de alto desempeño.

2.4 Metodología

A principios de 2025, Vitro Vidrio Arquitectónico solicitó a Three Consultoría Medioambiental¹¹, una empresa con sede en Monterrey, realizar un estudio comparativo para analizar los impactos económicos y ambientales del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro, utilizado en el caso de estudio de la Torre T.OP, frente a otros cuatro sistemas de acristalamiento, todos contemplando cancelería de aluminio.

Para el desarrollo del estudio se utilizaron dos softwares especializados: **Trace 700**¹², empleado para la evaluación del consumo energético y análisis de la envolvente térmica, y **DesignBuilder**¹³, utilizado para simular el confort térmico y el comportamiento de la luz natural en los espacios interiores.

El análisis se realizó considerando las distintas plantas del edificio en cada nivel. La **Imagen 6** muestra la distribución de los pisos de la Torre T.OP vista desde la fachada este.

Para estimar el ahorro energético anual del caso de estudio, se recopilaron datos reales de consumo eléctrico correspondientes a un año completo (recibos de CFE) de la Torre T.OP. Esta información permitió calibrar una simulación energética precisa, con la que se compararon los consumos esperados en caso de utilizar otros tipos de vidrio en la fachada.

El confort térmico fue evaluado mediante el Método Analítico de la Zona de Confort descrito en el **Estándar ASHRAE 55**¹⁴, el cual contempla

los seis factores que afectan el confort térmico, incluyendo la radiación solar directa sobre los ocupantes. Esta metodología permite simular la percepción térmica de las personas ante diferentes condiciones ambientales, determinando si experimentarían sensación de frío o calor.

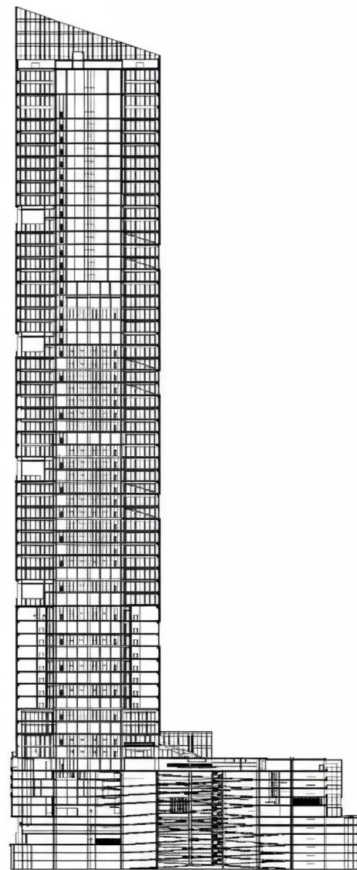


Imagen 6. Distribución de pisos

¹¹ Empresa de consultoría especializada en sostenibilidad, eficiencia energética y certificaciones de edificios (LEED®, WELL, etc.) con sede en Monterrey, México.

¹² Trace 700 es un software líder en la industria de la ingeniería para la simulación de cargas térmicas, el análisis de sistemas HVAC y la evaluación del consumo energético de edificios comerciales.

¹³ DesignBuilder es una interfaz gráfica y motor de simulación para modelado energético y lumínico, utilizado globalmente para el diseño y análisis de edificios sostenibles.

¹⁴ ASHRAE 55 (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) es un estándar internacional que define las condiciones ambientales aceptables para la ocupación humana en interiores. Dentro de este estándar, el Método Analítico de la Zona de Confort establece los rangos de temperatura, humedad, velocidad del aire y otros factores necesarios para garantizar el confort térmico de los ocupantes en distintos contextos climáticos y operativos.

2.5 Comparativa de Sistemas de Vidrio

En la **Tabla 2** se presentan los cinco sistemas de vidrio analizados, incluido el Solarban® R100 Claro + Claro utilizado en el caso de estudio de la Torre T.OP. Se detallan sus propiedades físicas y ópticas¹⁵, con el fin de comparar su desempeño bajo las mismas condiciones arquitectónicas y climáticas.

Tipo Vidrio	Producto(s)	Espesor (mm)	VLT	Valor U (W/m ² *K)	SHGC
Monolítico	Claro	12	83%	5.60	0.72
Doble	Claro + Claro ¹⁶	25	68%	3.41	0.72
Doble	Optigray® + Claro	25	56%	2.66	0.52
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	25	70%	1.64	0.39
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	25	42%	1.64	0.23

Tabla 2. Sistemas de vidrios a analizar con sus propiedades físicas y ópticas.



¹⁵ Un menor Valor U y SHGC indica un mejor rendimiento térmico y control solar. Por el contrario, un mayor VLT favorece la iluminación natural. Los valores óptimos dependen de las condiciones climáticas y los objetivos de diseño del edificio.

¹⁶ Valores obtenidos del software Trace700.

3. LEED® , Edificio T.OP Certificado como Sostenible

Torre T.OP es parte del campus Torres Obispado, un complejo integral que agrupa dos edificios: uno comercial y otro residencial. Ambos obtuvieron la prestigiosa **certificación LEED®¹⁷ Core and Shell¹⁸, versión 2009, en el año 2019**, alcanzando un total de 62 puntos, lo que les valió el **nivel Oro**.

Para entender la magnitud de este logro, es importante conocer que **LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design)** es un sistema de certificación internacional que evalúa el desempeño ambiental de un edificio en todas sus fases: diseño, construcción, operación y mantenimiento. Desarrollado por el **U.S. Green Building Council (USGBC)**, se ha consolidado como uno de los sistemas de certificación más reconocidos y ampliamente utilizados a nivel mundial para edificaciones sostenibles.

En este contexto, la **certificación LEED® Core and Shell (C&S)** se refiere a una modalidad específica aplicable a proyectos donde el desarrollador o propietario construye o rehabilita la estructura básica del edificio (la “cáscara” y sus sistemas principales), pero sin intervenir en el diseño ni la construcción de los interiores finales que serán ocupados por los inquilinos. Esto permite que el propietario demuestre un compromiso con la sostenibilidad desde las bases del proyecto.

Para ilustrar cómo la Torre T.OP alcanzó el nivel Oro de certificación LEED® y, en particular, cómo la selección estratégica de materiales contribuyó a este éxito, a continuación, se detallan algunos de los créditos clave obtenidos, enfocándonos en aquellos donde el diseño de la envolvente y la elección del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro tuvieron un impacto directo y significativo.



Imagen 7. Niveles de certificación para LEED®.

¹⁷ LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design) es el sistema de certificación de edificios ecológicos más utilizado en el mundo, desarrollado por el U.S. Green Building Council (USGBC) para verificar el desempeño ambiental y de salud en los proyectos de construcción.

¹⁸ La certificación Core and Shell se aplica a proyectos de nueva construcción o remodelación mayor de la estructura del edificio, sus sistemas base (como el HVAC y la envolvente) y el área común, dejando la adecuación interior para los futuros inquilinos.

3.1 Impacto de la Selección de Vidrio en la Certificación LEED®

1. Ahorro del Costo Energético

Uno de los pilares de la certificación LEED® es la reducción de la demanda de energía no renovable desde las etapas iniciales del proyecto, reconociendo que el consumo energético de los edificios representa un costo económico y ambiental significativo a lo largo de su ciclo de vida.

En el caso de Torre T.OP, **se logró un sobresaliente ahorro del 26% en el costo energético total de la torre.** lo que se tradujo en una ventaja competitiva y ambiental. Esta reducción no fue casual; una de las estrategias más influyentes para

alcanzarla fue precisamente la decisión de cubrir la mayor parte de la fachada con el vidrio de alto desempeño Solarban® R100 Claro + Claro. La elección de este sistema acristalado fue crucial, no solo por sus propiedades térmicas, sino porque **permitió a la torre obtener 14 puntos en el crédito "Optimize Energy Performance"**¹⁹, perteneciente a la categoría de Energía y Atmósfera de LEED®. Esto demuestra cómo la tecnología del vidrio impactó directamente en el rendimiento energético del edificio.

2. Contenido Reciclado de los Materiales

Las ventanas instaladas en Torre T.OP demuestran un compromiso con la sostenibilidad de los materiales. Cumplen con criterios específicos al incorporar un porcentaje de contenido reciclado, tanto en la composición del vidrio como en la cancelería de aluminio. Además, un factor

distintivo es que ambos materiales fueron manufacturados a una distancia menor a 16 km del sitio del proyecto, lo que permitió clasificarlos como materiales regionales²⁰, sumando puntos importantes en la categoría de materiales y recursos de LEED®.

¹⁹ Este crédito premia el diseño de edificios que superan los estándares de eficiencia energética de un modelo de referencia. Los puntos se otorgan en función del porcentaje de ahorro energético demostrado mediante una simulación computarizada.

²⁰ Los materiales regionales son aquellos que se extraen, procesan y fabrican dentro de una distancia específica del sitio del proyecto (generalmente 100 o 500 millas, dependiendo de la versión de LEED®). Esto reduce la energía asociada al transporte y apoya las economías locales.

3. Iluminación Natural al Interior

El proyecto se diseñó para optimizar el uso de la luz natural. Se logró que un impresionante 93% del área ocupada tenga iluminación adecuada²¹ gracias a la implementación de vidrios de fachada de alto desempeño. Adicionalmente, se incorporaron controles de deslumbramiento para

asegurar el máximo confort visual de los ocupantes. Mediciones realizadas en sitio confirmaron niveles de iluminancia óptimos, variando entre 108 y 5,400 lux²², lo que reduce significativamente la necesidad de recurrir a la iluminación artificial durante el día.

4. Vistas de Calidad para los Ocupantes

El diseño arquitectónico de Torre T.OP prioriza el bienestar de sus usuarios, garantizando que un notable 96% del área regularmente ocupada tenga acceso directo a vistas de calidad hacia el exterior. Esta estrategia no solo enriquece la experiencia espacial dentro del edificio, sino que también fortalece la conexión visual de los ocupantes con el entorno, ya sea natural o urbano.

La orientación cuidadosa de los espacios, la ubicación estratégica de las ventanas y el uso de cristales de alto desempeño permiten que los ocupantes disfruten de vistas continuas, sin comprometer el confort

térmico ni generar deslumbramientos.

Contar con vistas agradables tiene un impacto positivo demostrado en la salud mental, la concentración y la productividad de las personas, al contribuir a la reducción del estrés y al aumento de la satisfacción en el entorno de trabajo o vivienda. Estas condiciones se alinean directamente con los principios del diseño centrado en el usuario y con los estándares de certificación sustentable, que reconocen la importancia de la calidad visual en los espacios interiores.

²¹ La iluminación natural adecuada se mide en términos de la cantidad de luz diurna que ingresa a un espacio, se espera que sea entre 300 y 3000 luxes

²² El lux es la unidad de medida del sistema internacional que cuantifica el nivel de iluminancia, es decir, la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Un rango de lux óptimo asegura el confort visual y la funcionalidad del espacio.

5. Certificados de Materiales

Los vidrios de Vitro implementados en Torre T.OP contribuyen significativamente a la puntuación en la categoría de Materiales y Recursos de LEED® gracias a sus certificaciones. Específicamente, contar con certificados como Cradle to Cradle²³ es valioso, ya que aporta al crédito de Material Ingredients, que evalúa la transparencia y el impacto de los componentes

de un producto. Asimismo, la disponibilidad de una Declaración Ambiental de Producto (EPD - Environmental Product Declaration) ²⁴ suma puntos en el crédito correspondiente, al comunicar de manera transparente el impacto ambiental del vidrio a lo largo de su ciclo de vida.



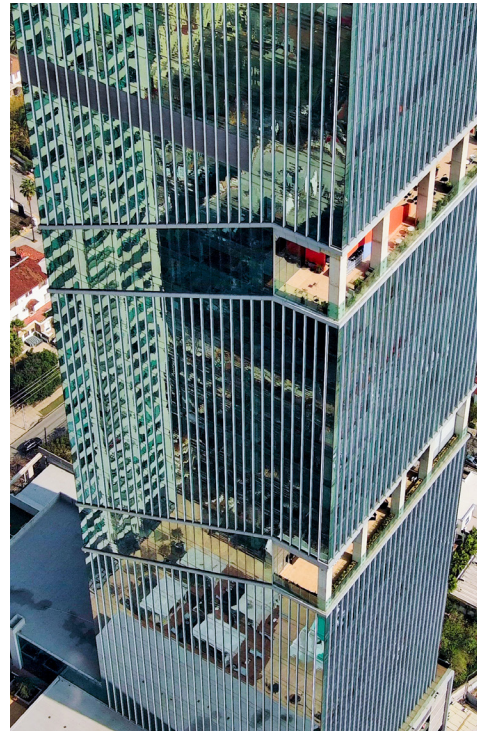
²³ La certificación Cradle to Cradle (C2C) evalúa la seguridad, circularidad y responsabilidad de los materiales a lo largo de su ciclo de vida, basándose en la filosofía de que todos los materiales deben ser nutrientes para nuevos ciclos, ya sean biológicos o técnicos.

²⁴ Una EPD es un informe que documenta la transparencia y el impacto ambiental del ciclo de vida de un producto. Ofrece información verificada y comparable sobre su desempeño ambiental, como el uso de energía y el potencial de calentamiento global.

4. Finanzas & Rentabilidad

Esta sección presenta evidencia de que Torre T.OP tomó la mejor decisión posible en términos de selección de vidrio para su envoltorio entre los vidrios evaluados, al optar por Solarban® R100 Claro + Claro. Para obtener la rentabilidad de cada una de las opciones consideradas, se analizó el retorno de inversión inicial del caso de estudio comparando los costos de inversión inicial: costo del vidrio, cancelería y sistemas de HVAC, así como los costos operativos.

La selección del sistema de vidrio Solarban® R100 Claro + Claro se tradujo en una reducción en la capacidad de enfriamiento y calefacción necesaria para alcanzar el confort; resultando en ahorros para el desarrollador al disminuir la inversión en capacidad de equipos mecánicos, los tamaños de ductos, las instalaciones eléctricas que suministran energía a los sistemas, la mano de obra durante la instalación; y posteriormente, en los recibos de pago de la energía de los usuarios.



4.1 Costos de Inversión Inicial

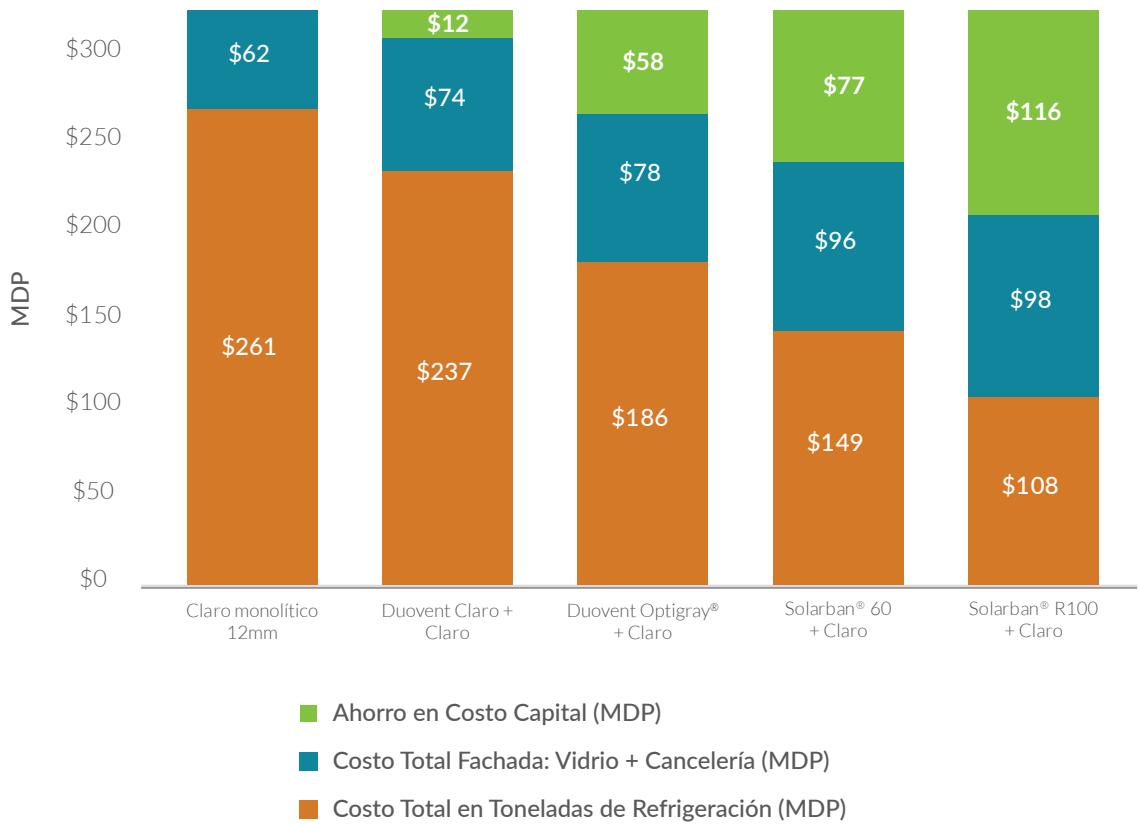
Se compararon cuatro sistemas de vidrio, incluyendo el actual instalado en la Torre T.OP, con el sistema básico para este tipo de edificio que es Claro monolítico de 12mm. Se consideraron los costos de cada sistema de vidrio y aire acondicionado, el cual está en función de las toneladas de refrigeración requeridas por cada elemento de vidrio.

Tipo Vidrio	Producto(s)	Espesor (mm)	Costo total en toneladas de refrigeración (MXN) ²⁵	Costo total fachada (MXN) ²⁶	Costo capital total (Sistema de vidrio y HVAC) MXN	Ahorro en costo capital (MXN)	ROI (años)
Monolítico	Claro	12	\$ 260,979,047	\$ 61,803,314	\$ 322,782,361	\$0	n/a
Doble	Claro + Claro	25	\$ 237,046,244	\$ 74,073,800	\$ 311,120,044	\$ 11,662,317	Inmediato
Doble	Optigray® + Claro	25	\$ 186,146,318	\$ 78,260,580	\$ 264,406,898	\$ 58,375,462	Inmediato
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	25	\$ 149,292,644	\$ 96,102,704	\$ 245,395,348	\$ 77,387,013	Inmediato
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	25	\$ 108,398,672	\$ 98,131,682	\$ 206,530,354	\$ 116,252,007	Inmediato

Tabla 3. Costos capitales por sistema de vidrio y sistema HVAC correspondiente

²⁵ El costo estimado de \$75,280 MXN por tonelada de refrigeración instalada fue proporcionado por el contratista de HVAC, considerando un tipo de cambio de 18.82 MXN por dólar.

²⁶ El costo estimado de cada sistema de vidrio considera el vidrio y cancelería. El área total considerada para la cotización es de 32,206 m²



Gráfica 1. Costos de inversión inicial por sistema de vidrio y HVAC correspondiente

La **Tabla 3** resume la reducción en los costos capitales por la implementación de sistemas de vidrio eficiente, se observa un ahorro desde el costo de inversión inicial. Si en **Torre T.OP** se hubiese instalado vidrio sencillo (**Claro monolítico 12mm**), el costo capital total habría incrementado alrededor de

116 MDP 

en comparación con la selección del sistema de vidrio Solarban® R100 Claro + Claro de alto desempeño térmico.

Adicionalmente, una envolvente traslúcida, permite el ingreso de luz natural, ayudando a reducir las horas de operación de los sistemas de

iluminación eléctrica, generando un potencial beneficio económico adicional durante la operación.

Sumados a los grandes ahorros de inversión inicial, debemos recordar que, durante la etapa de operación, los equipos de aire acondicionado de menor capacidad consumirán menos energía y serán necesarios menos horas al año para proveer el confort térmico a los usuarios. Esto permite ahorros económicos en el costo de la energía y reducción en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

4.2 Costos de Operación

La **Tabla 4** demuestra la correlación directa entre el costo de la energía anual y las propiedades térmicas (Valor-U y SHGC) del sistema de vidrio seleccionado. **La elección del sistema Solarban® R100 Claro + Claro genera un ahorro operativo anual de casi**

20 MDP 

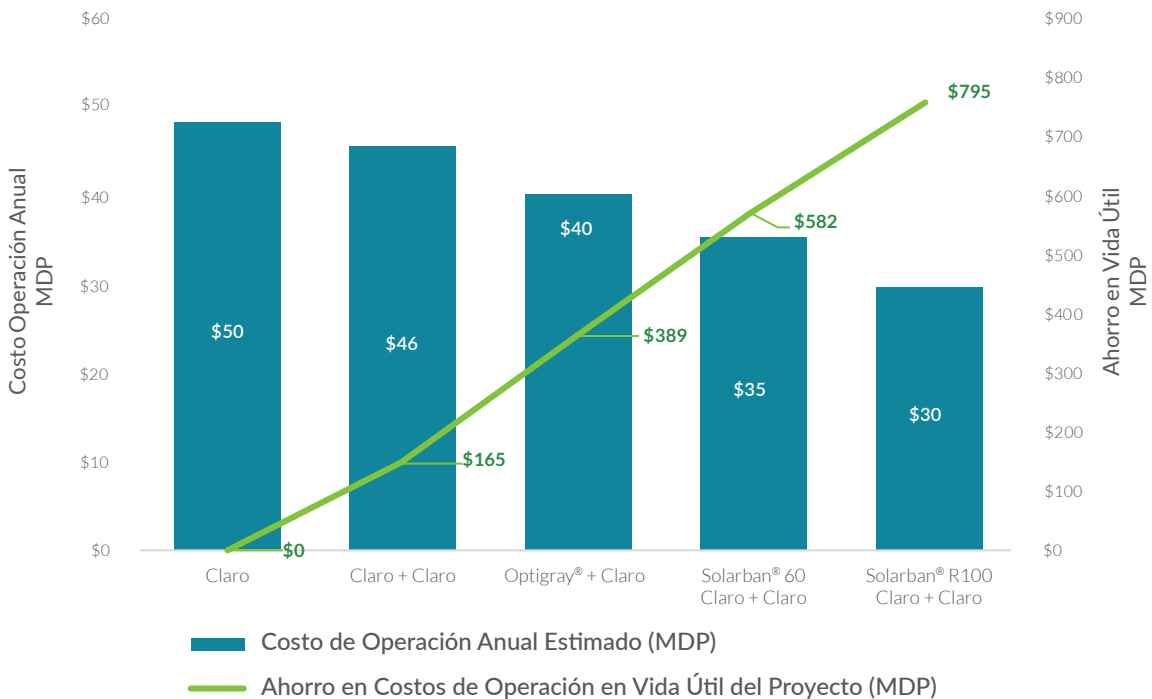
en comparación con el vidrio tradicional (Claro monolítico), lo que **se proyecta en un ahorro de hasta**

795 MDP 

a lo largo de la vida útil del edificio.

Tipo Vidrio	Producto(s)	Espesor (mm)	Costo de operación anual estimado (MDP)	Ahorro estimado en costo de operación anual (MDP)	Ahorro en costos de operación en vida útil del proyecto (MDP)
Monolítico	Claro	12	\$50	\$0	\$0
Doble	Claro + Claro	25	\$46	\$4	\$165
Doble	Optigray® + Claro	25	\$40	\$10	\$389
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	25	\$35	\$15	\$582
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	25	\$30	\$20	\$795

Tabla 4. Ahorros anuales de electricidad de consumo y agua.



Gráfica 2. Costos de operación anual por sistema de vidrio

5. Nivel de Confort para los Ocupantes

En esta sección se abordará a detalle la relación que existe entre el sistema de vidrio con el dimensionamiento del sistema de aire acondicionado (cargas térmicas) y con el confort térmico de los usuarios, adicionalmente analizaremos el control de deslumbramiento para dimensionar los beneficios que el vidrio Solarban® R100 Claro + Claro brinda a los usuarios de la Torre T.OP.

Cargas Térmicas²⁷

La eficiencia operativa de un edificio de gran escala como Torre T.OP está directamente ligada a su capacidad para gestionar las **cargas térmicas**. Estas cargas representan las ganancias de calor no deseadas que, principalmente, el sistema de climatización debe extraer para mantener un ambiente interior confortable. Se originan de múltiples fuentes, incluyendo la radiación solar incidente, la conducción de calor a través de la envolvente, la iluminación interior, el equipamiento electrónico y la presencia de ocupantes.

El dimensionamiento²⁸ de los sistemas de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC) y, consecuentemente, el consumo energético durante la operación del edificio, están directamente determinados por la magnitud de estas cargas térmicas. En el diseño de Torre T.OP, donde la **envolvente de vidrio constituye el 90% de la fachada**, la selección de este material se volvió un factor decisivo para la eficiencia energética.

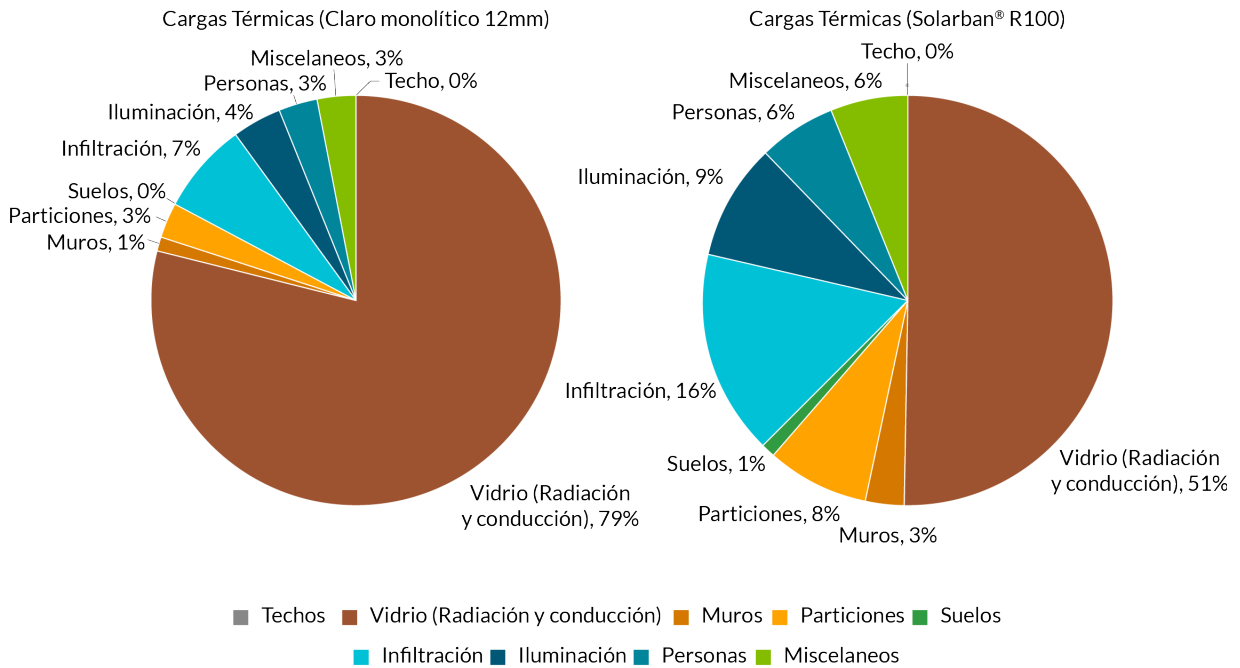
Se llevó a cabo un estudio de cargas térmicas con el objetivo de evaluar el comportamiento energético del edificio en condiciones reales de operación. Se utilizaron los datos de entrada presentados en la **Tabla 1**, donde se detallan las propiedades térmicas de cada uno de los cinco sistemas de acristalamiento evaluados. Los resultados se encuentran en la **Tabla 2** y para este análisis se consideraron distintos factores de ganancia térmica, incluyendo:

- Ganancia de calor a través del techo.
- Ganancia por radiación solar incidente en los sistemas de vidrio.
- Ganancia por conducción térmica en vidrios, puertas, muros y entrepisos interiores, muros y suelos exteriores (excluyendo entrepisos).
- Ganancias por infiltración de aire, iluminación, ocupación (personas) y equipos electrónicos.

²⁷ Las cargas térmicas son la cantidad de calor que debe eliminarse de un espacio para mantener una temperatura y humedad confortables. Se originan de fuentes internas (ocupantes, equipos, iluminación) y externas (transferencia de calor a través de la envolvente).

²⁸ El dimensionamiento (sizing) se refiere al proceso de calcular la capacidad adecuada de los equipos de climatización para satisfacer las necesidades térmicas del edificio. Un dimensionamiento preciso evita el sobredimensionamiento, que aumenta los costos iniciales, y el subdimensionamiento, que compromete el confort.

Cargas Térmicas



Gráfica 3. Carga térmica por elemento del edificio.

Para entender el impacto decisivo del vidrio en la demanda energética del edificio, se realizó un análisis detallado de la distribución de cargas térmicas bajo diferentes escenarios de acristalamiento. En la **Gráfica 3** (los gráficos de pastel), podemos observar cómo se reparten estas cargas.

En un escenario de referencia, con un **vidrio Claro monolítico** de menor desempeño, el componente de **vidrio (por radiación y conducción) representa un significativo 79% de la carga térmica total**. Esto subraya que una envolvente ineficiente se convierte en el factor dominante para la demanda de enfriamiento del edificio. Comparativamente, otras fuentes de carga como la infiltración (7%), la iluminación (4%) y la presencia de personas (3%) tienen un peso menor en esta configuración.

La implementación del vidrio de alto desempeño **Solarban® R100 Claro + Claro**, con su óptimo **SHGC de 0.23 y Valor U de 1.64 W/m²·K**, transforma radicalmente la composición de las

cargas térmicas de Torre T.OP. Como se aprecia en el segundo gráfico de pastel de la **Gráfica 3**, el porcentaje de la carga atribuible al **vidrio (radiación y conducción) se reduce drásticamente a solo el 51% del total**. Esto significa una impresionante **reducción del 37% en la contribución relativa del vidrio** a la carga térmica global del edificio, al pasar del 79% al 51%. Gracias a esta optimización, otras fuentes de carga que antes eran menos preponderantes, como la infiltración (que proporcionalmente sube al 16%), la iluminación (9%) y las personas (6%), ahora adquieren una mayor relevancia porcentual, reorientando las estrategias de eficiencia energética hacia estos otros componentes del edificio.

El impacto directo de esta mejora en el vidrio es una reducción sustancial de la carga térmica global de Torre T.OP. El estudio permitió cuantificar la **refrigeración total requerida** para mantener el confort de los usuarios para cada tipo de vidrio, además de desglosar las cargas térmicas asociadas a cada opción.

Tipo Vidrio	Producto(s)	Toneladas totales ²⁹		Cargas Térmicas por refrigeración a través del vidrio			
		Refrigeración (Ton)	Calefacción (Ton)	Conducción (Ton)	Radiación (Ton)	Totales (Ton)	% Disminución de Cargas Térmicas
Monolítico	Claro	4,315	1,552	646	2,769	3,416	-
Doble	Claro + Claro	3,920	1,126	342	2,680	3,022	12%
Doble	Optigray® + Claro	3,078	1,000	266	1,916	2,182	36%
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	2,469	822	155	1,422	1,578	54%
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	1,792	884	196	708	904	73%

Tabla 5. Resultados de las propiedades térmicas de los vidrios analizados.

Al observar los datos presentados en la **Tabla 5**, se evidencia que la elección del vidrio impacta directa y significativamente tanto en las toneladas de refrigeración requeridas como en las cargas térmicas totales. En un escenario hipotético con un **vidrio monolítico Claro estándar**, la demanda de enfriamiento del edificio ascendería a **4,315 TR** y las cargas térmicas asociadas serían de 40,987 kBtu/h. Este tipo de vidrio, con un SHGC de 0.72 y una alta conducción térmica, se convierte en el principal contribuyente a la carga térmica del edificio.

En contraste, al analizar la ganancia térmica **específicamente a través del vidrio**, el **Solarban® R100 Claro + Claro** demostró un desempeño notablemente superior frente a los otros sistemas evaluados. Logró una **disminución del 73% de las cargas térmicas asociadas directamente al vidrio** en comparación con el vidrio monolítico Claro. Este resultado se traduce en una impresionante **disminución de 2,523 Toneladas de Refrigeración** en la capacidad total necesaria para el edificio, comparando las 4,315 TR que se hubieran requerido con un vidrio monolítico frente a las 1,792 TR logradas con el Solarban® R100 Claro + Claro.



²⁹ La Tonelada de Refrigeración (TR) es la unidad de medida estándar en la industria de la climatización para cuantificar la capacidad de enfriamiento de un equipo. Una TR equivale a la remoción de 12,000 BTU por hora.

5.1 Confort Térmico: Control de Ganancias de Calor

El confort térmico se refiere al estado mental en el que una persona expresa satisfacción con su entorno térmico. No se trata simplemente de evitar sensaciones de frío o calor, sino de lograr un equilibrio ideal donde la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire y la temperatura radiante de las superficies interiores interactúan para crear un ambiente en el que los ocupantes puedan trabajar, vivir o relajarse sin percibir incomodidad térmica. Un edificio que alcanza este nivel de confort no solo mejora la experiencia de sus usuarios, sino que también puede **aumentar su productividad entre un 9% y un 11%**.³⁰

En Torre T.OP, lograr un confort térmico superior sin incurrir en un consumo excesivo de energía fue una prioridad fundamental. Esto implicó una cuidadosa selección de materiales para la envolvente, especialmente el sistema de vidrio, que actúa como una barrera crítica frente a la ganancia o pérdida de calor no deseada. Al controlar eficazmente la transferencia de calor a través de la fachada, se asegura un ambiente interior estable y agradable, **minimizando la dependencia de los sistemas activos de climatización para mantener las condiciones ideales de temperatura y humedad.**

Más allá de la operación de los sistemas de climatización activos, un indicador clave de la calidad de la envolvente de un edificio es su capacidad para extender las horas de confort térmico pasivo³¹. Esto se refiere al tiempo que un espacio puede mantener condiciones de confort aceptables para sus ocupantes sin la necesidad de activar los sistemas de aire acondicionado o calefacción, puramente por las propiedades intrínsecas de sus materiales y el diseño de su envolvente.

Para demostrar esta bondad del sistema de vidrio implementado en Torre T.OP, se llevó a cabo un análisis detallado en un piso tipo del edificio bajo un escenario en el que no se consideró la operación de los sistemas de climatización. El estudio modeló las condiciones térmicas internas a lo largo del año, tomando en cuenta las variaciones climáticas de Monterrey, y cuantificó el número de horas en las que el espacio se mantendría dentro de los rangos de confort establecidos por el estándar ASHRAE 55.

Los resultados de esta simulación son determinantes para comprender el impacto del vidrio:

Tipo Vidrio	Producto(s)	Horas totales anuales en confort	Horas anuales de temperatura de confort interior (18° - 26°)	% del total de horas anuales de confort
Monolítico	Claro	8,760	2,409	28%
Doble	Claro + Claro		2,744	31%
Doble	Optigray® + Claro		2,697	31%
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro		2,955	34%
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro		3,432	39%

Tabla 6. Comparativa en horas de temperatura de confort.

³⁰Según el informe "Health, Wellbeing & Productivity in Offices: The Next Chapter for Green Buildings" del World Green Building Council (World-GBC), la optimización del entorno interior, incluyendo el confort térmico y lumínico, puede resultar en un aumento promedio de la productividad de los ocupantes que varía entre un 9% y un 11%.

³¹El confort pasivo se refiere a la capacidad de un edificio para mantener las condiciones de confort interior sin la intervención de sistemas activos (HVAC). Esta métrica es un indicador clave de la calidad de la envolvente térmica.

Como se observa en la **Tabla 6, el vidrio Solarban® R100 Claro + Claro permite que los espacios de Torre T.OP se mantengan en condiciones de confort interior (entre 18°C y 26°C) durante 3,432 horas al año**, lo que equivale a un 39% del tiempo total. En contraste, un vidrio monolítico Claro básico solo lograría este confort pasivo durante 2,409 horas, es decir, un 28% del año.

Este notable desempeño en confort pasivo se atribuye directamente a las características avanzadas del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro. Su bajo Coeficiente de Ganancia de Calor Solar (SHGC de 0.23) es crucial para reducir la entrada de calor radiante del sol, especialmente en los meses cálidos de Monterrey. Simultánea-

mente, su óptimo Valor U ($1.64 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) minimiza la transferencia de calor por conducción, contribuyendo a mantener la estabilidad térmica interior tanto en verano como en invierno.

La capacidad del vidrio de Torre T.OP para prolongar las horas de confort pasivo se traduce en múltiples beneficios: no solo permite una reducción potencial del consumo energético de los sistemas HVAC y una consiguiente disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), sino que también mejora la experiencia de los ocupantes al ofrecer ambientes más estables y confortables de manera inherente al diseño del edificio. Este aspecto refuerza el valor de la inversión en una envolvente de alto rendimiento.

5.1.2 Ganancia Térmica por Radiación a Través de los Vidrios Exteriores

Un factor crítico que influye directamente en el confort térmico interior y en la carga de enfriamiento de un edificio es la ganancia de calor por radiación solar que penetra a través de los acristalamientos exteriores. Para cuantificar el impacto del tipo de vidrio en este aspecto, se realizó una simulación anual en un piso tipo de Torre T.OP, evaluando la energía de radiación (calor) que ingresa al espacio a través de los diferentes sistemas de vidrio considerados.

Los resultados de esta simulación, presentados en la siguiente tabla, demuestran la capacidad superior del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro para mitigar la entrada de calor solar de manera global:

Tipo Vidrio	Producto(s)	Radiación (kWh/m ²)
Monolítico	Claro	256
Doble	Claro + Claro	225
Doble	Optigray® + Claro	223
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	138
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	77

Tabla 7. Ganancia térmica a través de vidrios debido a la radiación solar

Como se observa, el **vidrio monolítico Claro** permite una ganancia de calor por radiación de **256 kWh/m² al año**. En marcado contraste, la implementación del **Solarban® R100 Claro + Claro** reduce drásticamente esta ganancia a tan solo **77 kWh/m² al año**. Esta diferencia subraya la efectividad del Solarban® R100 Claro + Claro para bloquear la entrada de calor solar no deseado, lo cual es fundamental para el confort térmico, especialmente en climas cálidos como el de Monterrey.

Para una comprensión más detallada del comportamiento de la radiación solar, la **Imagen 8** ilustra la ganancia térmica por radiación a través de los vidrios exteriores en las distintas orientaciones cardinales. En esta visualización, se hace evidente cómo el vidrio Solarban® R100 Claro + Claro no solo reduce la ganancia solar general, sino que también homogeniza su impacto a través de las fachadas.

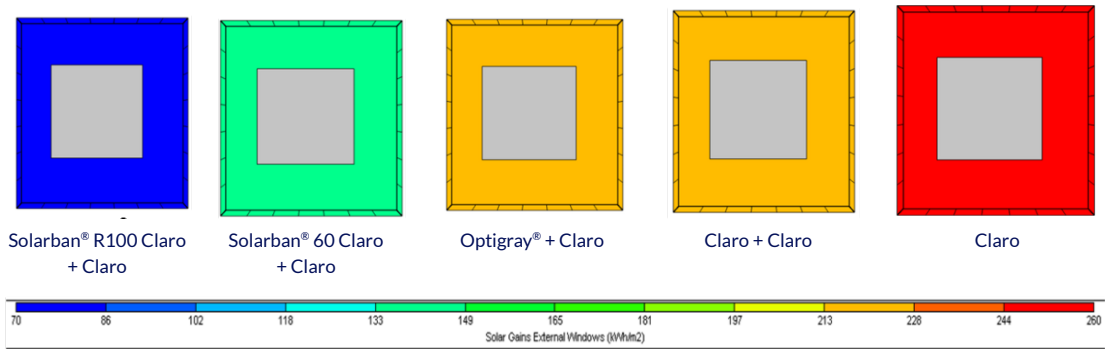


Imagen 8. Radiación solar por tipo de vidrio

La capacidad de un vidrio para controlar la ganancia solar se mide por su Coeficiente de Ganancia de Calor Solar (SHGC); un valor más bajo indica una menor ganancia solar y, por lo tanto, una mayor eficiencia en el control térmico. El SHGC de 0.23 del Solarban® R100 Claro + Claro es clave para este rendimiento superior, permitiendo un control preciso de la radiación

solar incidente y contribuyendo directamente a mantener las temperaturas interiores dentro del rango de confort. Este control efectivo de la radiación solar no solo reduce la carga sobre los sistemas de climatización, sino que también minimiza los puntos calientes cerca de las ventanas, mejorando la uniformidad del confort en todo el espacio.



5.2 Confort Lumínico: Control de Deslumbramiento

El confort lumínico se refiere a la capacidad de un espacio para proporcionar una iluminación adecuada que favorezca la realización de las actividades sin causar fatiga visual o incomodidad. No se trata solo de la cantidad de luz disponible, sino de su calidad: que sea la adecuada, bien distribuida, que no cause deslumbramiento y que los colores se perciban correctamente. Los espacios que maximizan el uso de la luz natural tienen beneficios directos en la salud y el bienestar ³² de los ocupantes, mejorando el funcionamiento del organismo y el ritmo circadiano. De hecho, se ha comprobado que las personas con acceso a luz natural de calidad pueden mejorar su sueño y salud en general.

En el diseño de Torre T.OP, la estrategia fue lograr un equilibrio entre la abundante luz natural que caracteriza los espacios modernos y la

necesidad imperante de controlar sus efectos indeseados, como el deslumbramiento³³ y el exceso de ganancia térmica. Dada la gran superficie acristalada del edificio (90% de la fachada), la selección del sistema de vidrio jugó un papel crucial en la consecución de este objetivo. **Un vidrio de alto desempeño no solo controla la energía térmica, sino que también gestiona la luz visible, asegurando una experiencia visual superior** para los usuarios.

Para evaluar el desempeño lumínico de los distintos sistemas de vidrio, se realizó un análisis de simulaciones de iluminancia en un piso tipo de Torre T.OP. La **Imagen 9** muestra los resultados de iluminancia en lux³⁴ para los 5 tipos de vidrio, simulados un 21 de septiembre a las 9 a.m. en Monterrey.

Capacidad del espacio para ofrecer luz natural adecuada sin causar fatiga visual o deslumbramiento.

Beneficios:

Mejora la salud, el ritmo circadiano y la productividad.

Estrategia en Torre T.OP:

90% de la fachada acristalada > vidrio de alto desempeño controla:

- Entrada de luz
- Ganancia térmica
- Deslumbramiento

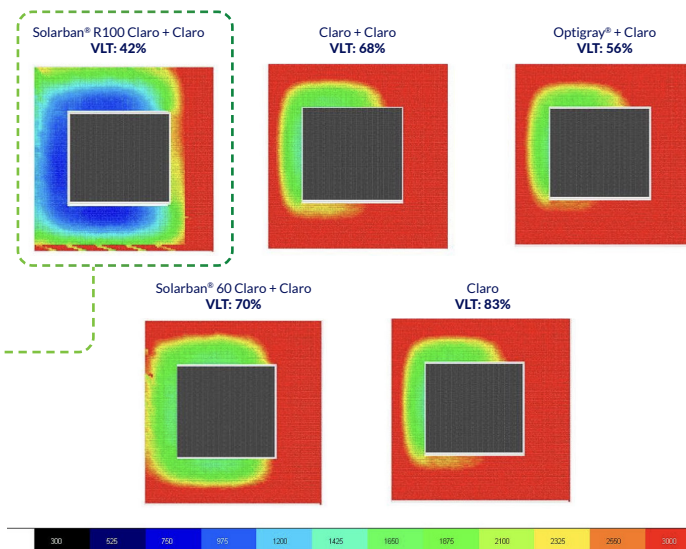


Imagen 9. Radiación solar por tipo de vidrio

³² La relación entre la iluminación natural y el bienestar se debe al impacto de la luz en el ciclo circadiano. Una exposición adecuada a la luz diurna ayuda a regular el reloj biológico interno, lo que mejora la calidad del sueño, el estado de ánimo y la salud en general.

³³ El deslumbramiento es un fenómeno visual causado por un contraste excesivo de brillo en el campo de visión. Puede ser directo (proveniente de una fuente de luz) o reflejado, y causa incomodidad, reducción de la agudeza visual y fatiga.

³⁴ El lux es la unidad de medida que cuantifica la iluminancia, es decir, el flujo de luz por unidad de superficie. Para el confort visual en un espacio de trabajo, el rango de iluminancia óptimo se sitúa generalmente entre 300 y 500 lux.

Como se puede observar en la **Imagen 9**, el desempeño de cada tipo de vidrio en términos de iluminancia interior es claramente diferenciado.

El **vidrio Claro monolítico**, con un VLT (Transmitancia de Luz Visible) del 83%, permite una gran entrada de luz, pero con un alto riesgo de deslumbramiento y ganancias térmicas asociadas.

El **vidrio Optigray® + Claro**, con un VLT del 56%, reduce la entrada de luz, pero podría no alcanzar el balance óptimo.

En contraste, el **vidrio Solarban® R100 Claro + Claro**, con un VLT del 42%, presenta el comportamiento más favorable. A pesar de un VLT aparentemente menor que el vidrio Claro, este análisis demuestra que la mayor parte del espacio se mantiene dentro del rango óptimo de iluminancia. Esto sugiere que, además de controlar eficazmente el deslumbramiento, este tipo de vidrio puede mejorar significativamente las condiciones de confort lumínico sin eliminar por completo la entrada de luz natural.

El análisis en la **Tabla 8** muestra el porcentaje de áreas regularmente ocupadas (espacio donde una persona o más pasan al menos una hora al día) con deslumbramiento.

Tipo Vidrio	Producto(s)	Espesor (mm)	VLT	Porcentaje con área de deslumbramiento
Monolítico	Claro	12	83	64%
Doble	Claro + Claro	25	68	62%
Doble	Optigray® + Claro	25	56	63%
Doble	Solarban® 60 Claro + Claro	25	70	59%
Doble	Solarban® R100 Claro + Claro	25	42	41%

Tabla 8. Porcentaje de área ocupada del edificio con deslumbramiento

La Transmitancia de **Luz Visible (VLT)** es el valor que cuantifica la cantidad de luz natural que atraviesa el sistema de acristalamiento. Un VLT adecuado es crucial para:



Maximizar el Aprovechamiento de la Luz Natural:

Reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante el día y, con ello, el consumo de energía eléctrica.



Minimizar el Deslumbramiento:

El deslumbramiento es un brillo excesivo que puede causar incomodidad visual y reducir la productividad. El valor de VLT del Solarban® R100 Claro + Claro (42%³⁵) es clave para filtrar la radiación excesiva y evitar este efecto no deseado, al mismo tiempo que permite una cantidad de luz suficiente para una visión clara y sin esfuerzo.



Mejorar la Uniformidad de la Luz:

Al atenuar los picos de luz directa, se logra una distribución más homogénea de la iluminancia en el interior del espacio, eliminando contrastes bruscos y creando un ambiente visualmente más confortable.

En resumen, la selección del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro en Torre T.OP fue fundamental para ofrecer un ambiente con óptimo confort lumínico, permitiendo el máximo ingreso de luz natural controlada, lo que se traduce en beneficios para la salud, la productividad de los ocupantes y la eficiencia energética del edificio.

6. ¿Cuánta Energía Consume una Ciudad Vertical de Vidrio Arquitectónico?

El consumo energético de un edificio es un factor crítico en su diseño y operación, impactando directamente en la sostenibilidad y los costos a largo plazo. En esta sección, se detallarán los principales consumos energéticos en la operación del edificio, analizando los porcentajes por tipo de uso y la contribución de tecnologías avanzadas, como el vidrio Solarban® R100 Claro + Claro, en la eficiencia energética del proyecto T.OP.

³⁵ En la práctica, un VLT más bajo no siempre significa menos luz, sino que la luz que entra está mejor controlada. La clave es el equilibrio entre la transmisión de luz y el control solar para optimizar la iluminancia y el confort.

6.1 Porcentajes de Consumo por Tipo de Uso

El consumo energético total de un edificio se compone de los consumos energéticos (electricidad y/o combustibles) de cada sistema propio del edificio. Los principales consumos generales incluyen el sistema de aire acondicionado (HVAC, que abarca calefacción, enfriamiento y ventilación), iluminación (interior y exterior), y equipos de procesos, entre otros.

Para el caso de estudio del proyecto T.OP, se realizaron análisis comparativos del consumo energético anual bajo dos escenarios de acristalamiento: uno con vidrio “Claro sencillo 12mm” y otro con “Solarban® R100 Claro + Claro”. La siguiente tabla detalla la distribución de consumos de energía anual para ambos casos:

	Claro monolítico 12mm		Claro monolítico 12mm Solarban® R100 Claro + Claro	
	Consumo de energía al año (kWh) ³⁶	Porcentaje de Consumo	Consumo de energía al año (kWh)	Porcentaje de consumo
Calefacción	4,854,119	28%	1,443,636	14%
Enfriamiento	4,534,719	26%	1,882,527	18%
Ventilación	2,730,478	16%	1,987,866	19%
Bombas	426,995	2%	290,512	3%
Equipos de procesos	1,213,662	7%	1,213,662	11%
Iluminación	2,087,146	12%	2,087,146	20%
Miscelaneos eléctricos	1,682,709	10%	1,682,709	16%
Total	17,529,828		10,588,058	

Tabla 9. Distribución de Consumos de energía anual para el proyecto T.OP

Como se desprende de la **Tabla 9**, el uso del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro representa un ahorro energético ambientalmente significativo en comparación con el vidrio ‘Claro monolítico 12mm’. **El consumo energético total anual se reduce de 17,529,828 kWh a 10,588,058 kWh,** lo que implica una reducción neta de

6,941,770 kWh al año. Esta disminución no solo impacta positivamente los costos operativos, sino que es fundamental para la reducción de emisiones asociadas a la generación de electricidad.

³⁶El kilovatio-hora (kWh) es la unidad estándar de medida para el consumo de energía eléctrica. Un kWh representa la energía utilizada por un equipo de 1,000 vatios durante una hora.

Analizando por tipo de uso, se observan diferencias notables en la eficiencia operativa:

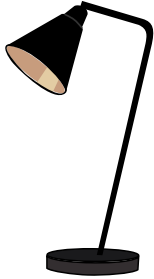
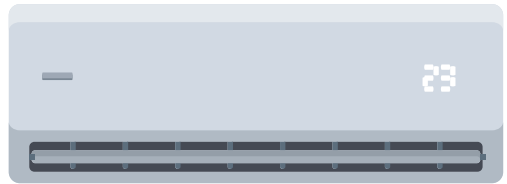


Calefacción y Enfriamiento:

Estos sistemas, directamente influenciados por las propiedades térmicas del acristalamiento, muestran las mayores contribuciones al ahorro energético y ambiental. La calefacción disminuye drásticamente de 4,854,119 kWh a 1,443,636 kWh (una reducción del 70%), y el enfriamiento de 4,534,719 kWh a 1,882,527 kWh (una reducción del 58%). Esta eficiencia en la climatización es crucial para reducir la demanda pico³⁷ de energía y la carga sobre la red eléctrica, lo que a su vez minimiza la quema de combustibles fósiles en centrales eléctricas.

Ventilación:

Aunque el consumo absoluto se reduce, su porcentaje dentro del consumo total aumenta, lo cual es un indicador de que los sistemas de climatización son donde se concentran los mayores beneficios de la envolvente eficiente.



Equipos de Procesos, Iluminación y Misceláneos Eléctricos:

Si bien sus consumos absolutos no varían con el vidrio, su proporción dentro del total aumenta. Esto subraya que, una vez optimizada la envolvente, el enfoque para futuras mejoras de eficiencia se trasladaría a la implementación de tecnologías más eficientes en estos sistemas internos (ej. luminarias LED, equipos de oficina de bajo consumo) para seguir reduciendo la huella energética³⁸.

En síntesis, la implementación del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro no solo disminuye significativamente la demanda energética total del edificio, sino que optimiza de manera crítica el rendimiento de los sistemas de climatización. Esto se traduce en una menor dependencia de fuentes de energía no renovables, una reducción sustancial de las emisiones de gases de

efecto invernadero, y una menor infraestructura necesaria para el consumo de energía en el edificio, como transformadores más pequeños y, por consecuencia, contratos de menor carga con la CFE³⁹, lo cual representa un beneficio económico y, sobre todo, un compromiso tangible con la gestión ambiental responsable.

³⁷ La demanda pico de energía es la máxima potencia eléctrica requerida por un edificio en un periodo de tiempo específico. Reducirla no solo disminuye el consumo total, sino que también puede impactar significativamente las tarifas eléctricas y la infraestructura necesaria.

³⁸ La huella energética de un edificio es una medida de la energía consumida a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo la energía de operación y la energía incorporada en la fabricación y transporte de sus materiales.

³⁹ CFE: Comisión Nacional de Electricidad

6.2 Reducción de Emisiones de CO₂ al Ambiente

La optimización del consumo energético en la operación de edificios, como la lograda en el proyecto T.OP, no solo genera beneficios económicos, sino que tiene un impacto directo y cuantificable en la reducción de la huella de carbono y la mitigación del cambio climático. Al disminuir la demanda de electricidad, se reduce la cantidad de combustibles fósiles quemados en las centrales eléctricas para su generación, lo que conlleva una menor emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente CO₂, a la atmósfera.

Con un **ahorro anual de 6,941,770 kWh** en el consumo de energía eléctrica gracias al uso del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro, el proyecto T.OP contribuye de manera significativa a la sostenibilidad. Para cuantificar este impacto, se utiliza el factor de emisión de 0.444 tCO₂e/MWh⁴⁰ para la generación de electricidad en México.

Primero, convertimos los kWh a MWh:
6,941,770 kWh = **6,942 MWh**

Ahora, calculamos la reducción de emisiones de CO₂: 6,942 MWh × 0.444 tCO₂e/MWh = **3,082 tCO₂e al año**

Esto significa que el proyecto T.OP logra evitar la emisión de aproximadamente

3,082 toneladas



equivalente al año.

Para poner esta cifra en perspectiva y comprender mejor su magnitud, esta reducción anual de emisiones de CO₂e equivale a:

- Retirar de la circulación a aproximadamente 670 automóviles de pasajeros circulando durante un año⁴¹. (Considerando un auto promedio que emite 5 toneladas de CO₂e al año).
- La absorción de CO₂ por más de 50,000 árboles maduros en un año.⁴² (Considerando que un árbol maduro absorbe alrededor de 60 kg de CO₂e al año).
- La energía consumida por 380 hogares promedio durante un año. (Considerando un consumo promedio de 8,000 kWh/hogar/año y sus emisiones asociadas).

Esta impresionante reducción no solo alinea al proyecto T.OP con los objetivos globales de descarbonización, sino que consolida su posición como un referente en construcción sostenible en la región. Demuestra que la inversión en tecnología de alto rendimiento, como el vidrio Solarban® R100 Claro + Claro, es un compromiso tangible con la responsabilidad ambiental y un motor clave en la lucha contra el calentamiento global.

⁴⁰ Factor de emisión declarado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales el 28 de febrero del 2025 en su aviso FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2024.

⁴¹ La equivalencia de la emisión de un automóvil de pasajeros se basa en los datos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) para un vehículo promedio que recorre 15,000 millas por año.

⁴² La equivalencia de la absorción de CO₂ por árboles maduros es una estimación común utilizada por diversas agencias ambientales, incluyendo la EPA, y puede variar según la especie, el clima y las condiciones de crecimiento.

7. Conclusiones

El análisis detallado del consumo de energía en la operación del proyecto T.OP, particularmente la comparación entre diferentes soluciones de acristalamiento, subraya la importancia crítica del diseño y la selección de materiales en la consecución de edificaciones sostenibles y energéticamente eficientes. Los datos presentados demuestran de manera contundente los beneficios de optar por tecnologías avanzadas, como el vidrio Solarban® R100 Claro + Claro.

Los hallazgos clave de este estudio revelan que la implementación del vidrio Solarban® R100 Claro + Claro en el proyecto T.OP no solo optimiza el rendimiento térmico del edificio, sino que genera impactos positivos multifacéticos:

Eficiencia Energética Superior:

Se cuantificó un ahorro energético anual de 6,941,770 kWh en el consumo total de electricidad en comparación con un vidrio Claro sencillo de 12mm. Esta reducción es especialmente significativa en los sistemas de climatización (calefacción y enfriamiento), que históricamente representan una de las mayores demandas energéticas en edificaciones de gran altura.

Impacto Económico Sostenible:

Más allá de los ahorros operativos recurrentes en la factura eléctrica, el proyecto T.OP experimentó una notable reducción de aproximadamente 116 MDP en la inversión de capital (CAPEX). Esta disminución en los costos iniciales de infraestructura de HVAC y eléctrica, directamente atribuible a la menor carga térmica, posiciona a la eficiencia energética como una inversión rentable desde la fase de diseño.

Referente en Construcción Sostenible:

El caso de T.OP, mostró un ahorro operativo sustancial (más de 20 MDP en costos de HVAC), siendo un precedente claro para el desarrollo inmobiliario en la región. Demuestra que la inversión en soluciones de eficiencia energética no es un costo adicional, sino una estrategia de valor añadido que repercute positivamente en la operatividad, la economía y la responsabilidad ambiental a largo plazo.

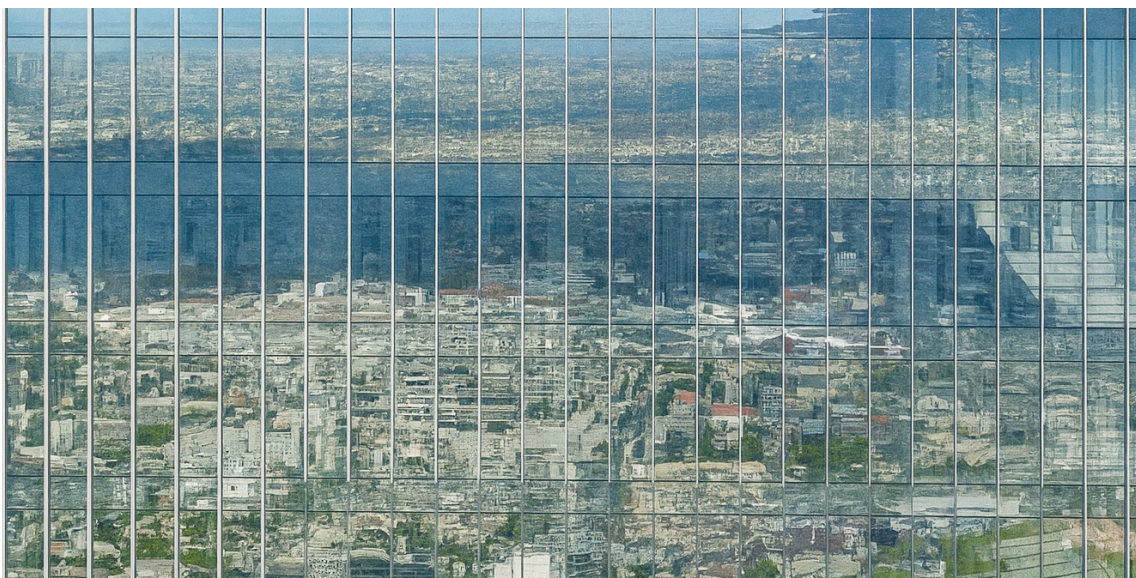
Contribución Ambiental Cuantificable:

El ahorro energético se traduce directamente en una significativa mitigación del cambio climático. El proyecto T.OP evita la emisión de aproximadamente 3,082 toneladas de CO₂ equivalente al año. Para contextualizar esta contribución, **equivale a retirar de la circulación a alrededor de 670 automóviles de pasajeros anualmente** o a la absorción de CO₂ de más de 50,000 árboles maduros en un año. Estos indicadores tangibles resaltan el compromiso medioambiental del proyecto.

Mejora del Confort y Bienestar de los Ocupantes:

Si bien el enfoque principal de este análisis fue energético y ambiental, es fundamental destacar que el uso de vidrios de alto rendimiento como Solarban® R100 Claro + Claro contribuye significativamente a un ambiente interior más confortable para los usuarios. Al reducir la transferencia de calor y el deslumbramiento, mejora la calidad lumínica y térmica de los espacios, impactando positivamente en la productividad y el bienestar de los ocupantes.

En síntesis, el proyecto T.OP se consolida como un ejemplo sobresaliente de cómo la integración de tecnologías de alto rendimiento en la envolvente del edificio es fundamental para alcanzar metas ambiciosas de sostenibilidad, reducir la huella ambiental y maximizar la rentabilidad en el sector de la construcción de alta densidad. Este enfoque proactivo hacia la gestión energética es esencial para el futuro de las ciudades verticales, contribuyendo a un desarrollo urbano más resiliente y respetuoso con el medio ambiente.

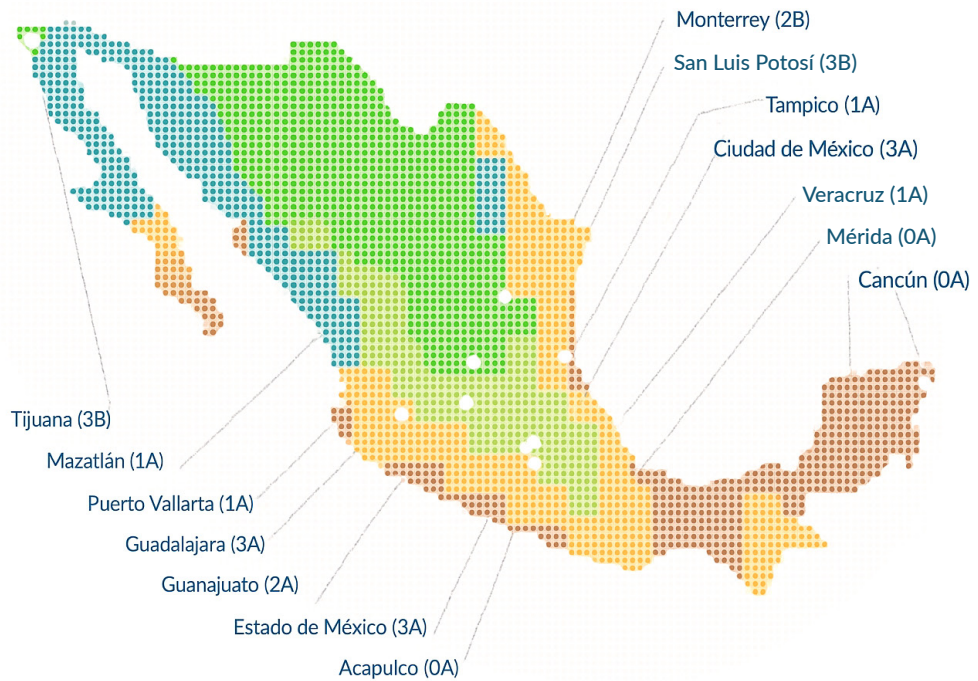


8. Anexos

8.1 Zonas Climáticas de México

De acuerdo con el estándar ASHRAE 90.1-2016 México cuenta con al menos cinco zonas climáticas, que va desde la zona 0 hasta la zona 4. Donde un número menor indica que es una zona más calurosa.

Mapa de las zonas climáticas de México



	← Cálido		Frío →
	1	2	3
A (Húmedo)	Tampico	Guanajuato	CDMX
B (Seco)		Monterrey	S.L.P.
C (Marino)			Morelos

Clasificación de zonas climáticas.

Con base en la zona climática, ASHRAE establece requerimientos para las propiedades térmicas del diseño envolvente. Para fines de este estudio nos centraremos en las propiedades del sistema de acristalamiento para la ciudad de **Monterrey** donde se encuentra ubicado nuestro caso de éxito “**Torre T.OP**”, la cual de acuerdo con ASHRAE 90.1-2016 es considerada zona climática 2B.

Zona térmica	Valor-U (W/m ² *K)	SHGC	VLT/SHGC
0 (A,B)	2.84	0.22	1.10
1 (A,B)	3.24	0.25	
2 (A,B)	3.07		
3 (A,B,C)	2.56		
4	2.16	0.36	

Tabla 10 Requerimientos de propiedades térmicas para sistemas de vidrio en zona climática 2B (Monterrey)

Tipo	Valor-U (W/m ² *K)	SHGC
Claro	5.60	0.72
Claro + Claro	3.41	0.72
Optigray® + Claro	2.66	0.52
Solarban® 60 Claro + Claro	1.64	0.39
Solarban® R100 Claro + Claro	1.64	0.23

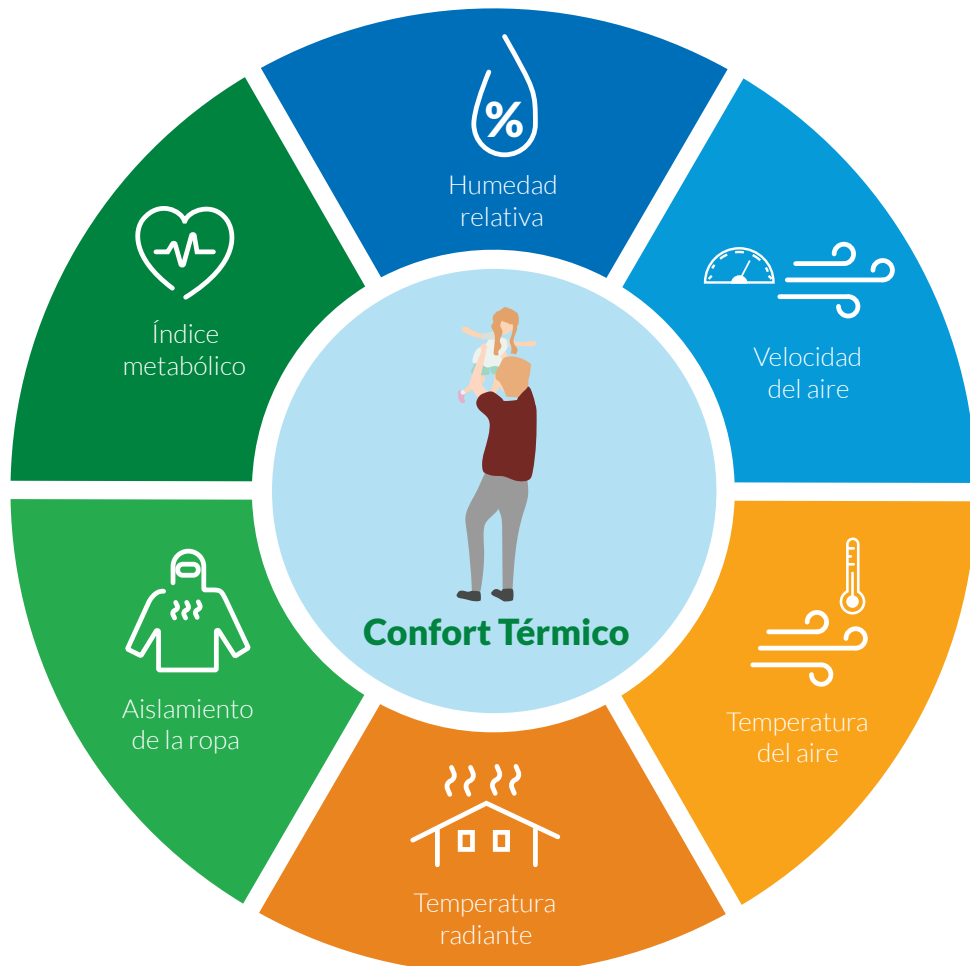
Tabla 11. Propiedades térmicas de los sistemas de vidrio analizados

Como podemos observar en la **Tabla 10**, el requerimiento de las propiedades térmicas para el sistema de vidrio en Monterrey (2B), indica que se requiere un Valor-U y un SHGC bajo, debido a que es una zona climática cálida. Con base en este requerimiento, podemos destacar que el sistema de vidrio Solarban® R100 Claro + Claro cumple y mejora los requerimientos que establece ASHRAE 90.1-2016.

Los requerimientos antes mencionados son recomendados para edificios de alto desempeño, ya que se establece un balance adecuado que se traducirá en un ahorro energético (económico), debido a la mejora en el desempeño de los sistemas de aire acondicionado durante la operación del edificio.

8.2 Análisis de Confort Térmico

Para analizar el confort térmico en los espacios, y sus variaciones con los diferentes vidrios, se utilizó el Método Analítico de la Zona de Confort descrito en el **Estándar ASHRAE 55-2010**. Esta metodología considera la radiación solar directa en los ocupantes y los seis componentes determinantes del confort térmico:



Con estos parámetros, el modelo establece las funciones que los relacionan para predecir bajo qué condiciones los ocupantes del edificio se sentirían en confort térmico y cuándo no. Esto, se categoriza a través de un sistema de votación simulado, denominado PMV, o Predicción de Voto Promedio, en el que se considera en confort una calificación mayor a -0.5 y menor a 0.5.

Con esta metodología y utilizando DesignBuilder, se realizó la simulación. En esta se obtuvieron resultados por espacio y por hora, así como el porcentaje de horas al año en que los espacios se encontraban en confort térmico.

8.3 Análisis de Iluminación Natural

Control de Deslumbramiento

El deslumbramiento se define como el exceso y la distribución inadecuada de la iluminación, lo cual puede causar molestias o incapacidades en los usuarios. Por ello, es importante evitar que este fenómeno ocurra dentro del inmueble, tal como se menciona en la sección 5.2, **Control de Deslumbramiento** (iluminación natural).

Existen diversas estrategias para controlar el deslumbramiento, como la reducción del porcentaje de área acristalada, la incorporación de aleros para generar sombra o el uso de persianas que regulen el ingreso de iluminación natural al interior. Sin embargo, estas opciones no siempre son viables, además de que pueden implicar costos económicos adicionales y afectar el aspecto visual del edificio.

Una forma de controlar el deslumbramiento es con la propiedad óptica del sistema de vidrio (VLT). Un valor bajo de VLT implica un menor ingreso de iluminación natural al interior, lo que reduce la probabilidad de deslumbramiento. En este sentido, el sistema de vidrio **Solarban® R100 Claro + Claro** presenta un mejor desempeño en comparación con los otros cuatro sistemas de vidrio analizados en términos de iluminación natural.

La **Tabla 8** presenta los resultados del porcentaje de área con deslumbramiento; un menor valor refleja un mejor desempeño del sistema de vidrio para el control del deslumbramiento.

8.4 Tarifas Eléctricas en Torre T.OP

Con el fin de proporcionar una referencia detallada y transparente, la administración de Torre T.OP nos compartió los recibos de consumo de energía eléctrica de los últimos 12 meses. Esta información fue utilizada para sustentar los cálculos de costos y el análisis de retorno de inversión de las recomendaciones presentadas en el cuerpo principal de este reporte.

A continuación, se presenta la tabla con los precios medios de la energía eléctrica (MXN/kWh) por periodo:

Periodo	Precio medio (MXN/kWh)	Periodo	Precio medio (MXN/kWh)
May-24	2.5547	Dic-24	2.9721
Jun-24	2.6854	Ene-25	3.0165
Jul-24	2.6461	Feb-25	3.099
Ago-24	2.6364	Mar-25	2.925
Sep-24	2.7413	Abr-25	2.7693
Oct-24	2.8367	May-25	2.5912
Nov-24	3.0176		



BBVA

BBVA



Vidrio Arquitectónico



CREANDO UN FUTURO BRILLANTE



VitroArquitectonico



vitro.arquitectonico



company/vitro-vidrio-arquitectonico



c/VitroArquitectonico

vitroarquitectonico.com