



Received: 26/07/2021
Accepted: 07/08/2021

Sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios auto-sustentables. Double facade system from steel, aluminium and glass for self-sustaining buildings.

Freddy David Lucas Velazco^a & Arq. Eddie Echeverría Maggi, Msc.^a

^a Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Av. de las Américas. Apartado postal 11-33, Guayaquil, Ecuador

Resumen— La investigación determinó la posibilidad de elaborar un sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios con criterio autosustentable, y éstos materiales en conjunto pueden ofrecer una propuesta de calidad dentro de un contexto edificatorio del centro de la ciudad de Guayaquil. El sistema a su vez ha sido evaluado desde que el confort térmico, energético y acústico, en esta investigación. Con esta síntesis se cumple la hipótesis que indica la posibilidad de elaborar un prototipo capaz de funcionar como segunda piel de una edificación, y se determina su capacidad de optimizar las fachadas con superficies acristaladas simples. En el cumplimiento de los objetivos específicos, en primer lugar, se evaluó el mecanismo usual para dobles fachadas, que pueda ser aplicable en la ciudad de Guayaquil que contempla un clima cálido muy caloroso, definiendo la utilidad de la técnica de fachada suministradora. Además, se interpretó coincidencias de usuarios para conformar la propuesta, que definieron un prototipo que mejorara el aspecto estético, la optimización energética y el confort térmico. Se estableció también las dimensiones de un sistema de doble fachada mediante el análisis de especificaciones técnicas de los materiales para un diseño adaptable en edificios céntricos de Guayaquil.

Index Terms— Fachada; Acero; Aluminio; Vidrio; Sustentabilidad.

Abstract— The research determined the possibility of developing a double façade system from steel, aluminum and glass for buildings with self-sustaining criteria, and these materials together can offer a quality proposal within a building context in the center of the city of Guayaquil. The system in turn has been evaluated since the thermal, energetic and acoustic comfort, in this investigation. With this synthesis, the hypothesis that indicates the possibility of developing a prototype capable of functioning as a second skin of a building is fulfilled, and its ability to optimize facades with simple glazed surfaces is determined.

In the fulfillment of the specific objectives, in the first place, the usual mechanism for double facades was evaluated, which may be applicable in the city of Guayaquil that contemplates a very hot warm climate, defining the utility of the supplying facade technique. In addition, user coincidences were interpreted to form the proposal, which defined a prototype that would improve the aesthetic aspect, energy optimization and thermal comfort. The dimensions of a double façade system were also established by analyzing the technical specifications of the materials for an adaptable design in downtown buildings in Guayaquil.

Index Terms— Façade; steel; aluminum; glass; sustainability.



Fig. 5. Bocetos de propuesta (esquema). Elaboración: Lucas F. (2020)

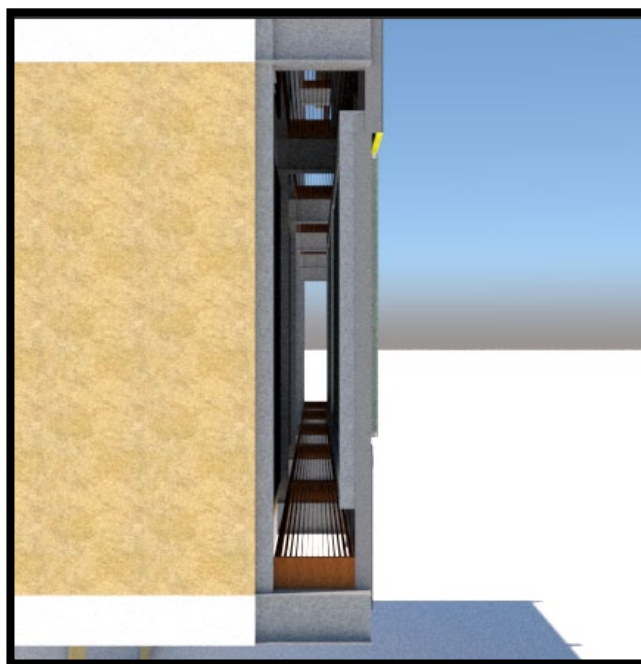


Fig. 7. Vista lateral (esquema). Elaboración: Lucas F. (2020)

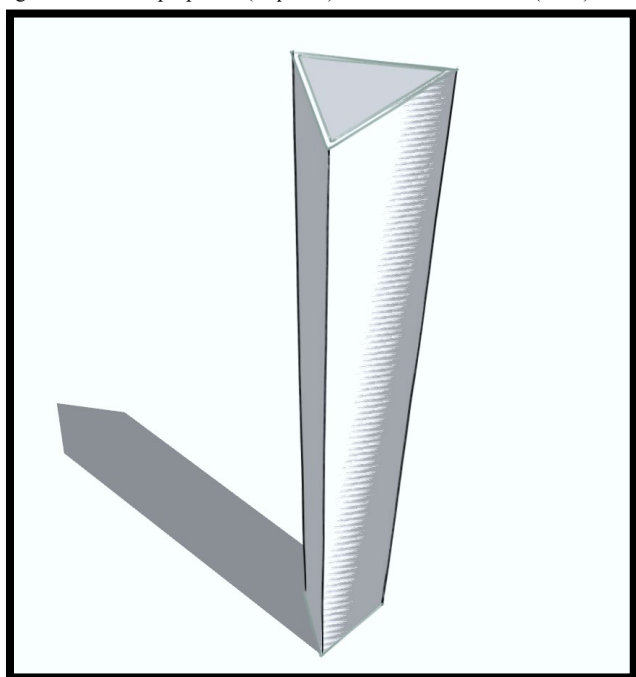


Fig. 6. Vidrios de propuesta. Elaboración: Lucas F. (2020)

III. DIAGNÓSTICO

La importancia de revestir el exterior de los distintos tipos de edificaciones, se precisa en muchos diseños contemporáneos vanguardistas que exponen en sus diseños los criterios principales para concebir sistemas de calidad; éstos priorizan el desempeño de la protección solar, el confort al interior y la estética superficial; sin contar que además abarcan la reducción del impacto de los mecanismos de climatización sobre la carga de energía eléctrica anual (CONELEC, 2013; ASHRAE, 2013; PLANEE, 2017).

En este caso, el colectivo con el cuál se logró identificar las características del sistema de doble fachada propuesto, son los profesionales en la construcción que han manifestado sus opiniones en cuestión a las fachadas de edificaciones del centro de la ciudad de Guayaquil; los encuestados se refieren a este sector debido a que es el contexto en donde se llega a observar mayor variedad de proyectos edificatorios; por lo que consideran que éstos tienden a ser de gran aceptación para sus usuarios, por otra parte, la mitad de ellos destaca la falta de mantenimiento que puede verse en otras superficies, que restan la estética inicial que se pretendía proyectar.

La aplicación de dobles fachadas en Guayaquil es una posibilidad de gran aceptación entre los profesionales, también reconocen que este sistema es muy recomendable para futuros proyectos, debido a sus múltiples beneficios que son adecuados en climas cálidos. Dentro de las tendencias de la nueva era en la arquitectura, la sustentabilidad, según la respuesta de los expertos, es adaptable entre las técnicas de segundas pieles, lo que haría que esta opción sea de mayor innovación y gran acogida en el mercado de las superficies exteriores para edificios.

El sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios sustentable propuesto es una protección para las superficies exteriores, para conformar una cámara de ventilación entre la fachada primaria y la secundaria (Cruz, 2015; Reynaers Aluminium, 2014). La propuesta es una piel conformada con prismas de vidrio que se fijan de forma sucesiva y mediante un mecanismo giratorio, las tres caras de ellas van cambiando de forma regularizada, para proporcionar al espectador diferentes patrones de diseño (Zapata, 2013; Soria, 2017).

En definitiva, la solución que se plantea es un sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio, basado en criterios autosustentables; esto implica la instalación de una segunda piel externa a la edificación, lo que permite la existencia de una cámara creada a partir de las dos superficies, dicho espacio tiene la función de acumular el calor exterior y retardar o suprimir su paso al interior del edificio, sumando los materiales que han sido estudiados que, formarían una alternativa de calidad, consecuente con exigencias de confort, control de sonido, iluminación y estética.

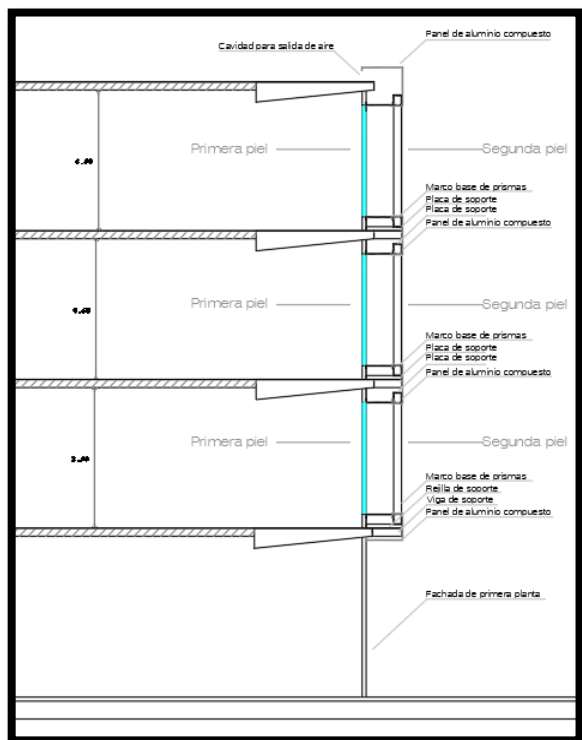


Fig. 8. Bocetos de propuesta (esquema). Elaboración: Lucas F. (2020)

IV. DISCUSIÓN

A. Análisis de confort.

La zona climática en que se encuentra la ciudad es zc6, de esta forma, según la norma NEC-HS-EE (2018) (Eficiencia energética en edificaciones residenciales), los requisitos para una envolvente según esta zona climática son los siguientes:

Se especifican requisitos para la envolvente exterior de la edificación, para dos categorías de espacio:

- a) Espacios habitables (espacio acondicionado residencial).
- b) Espacios no habitables (espacio semi-climatizado).
 - Un espacio será considerado como habitable y deberá cumplir con los requisitos establecidos para espacios acondicionados al momento de la construcción, independientemente que los equipos mecánicos o eléctricos estén incluidos en el proyecto.
 - En las zonas climáticas 3 a 6, un espacio puede ser designado como no habitable solo si es aprobado por la autoridad competente con jurisdicción sobre la aplicación de la normativa.

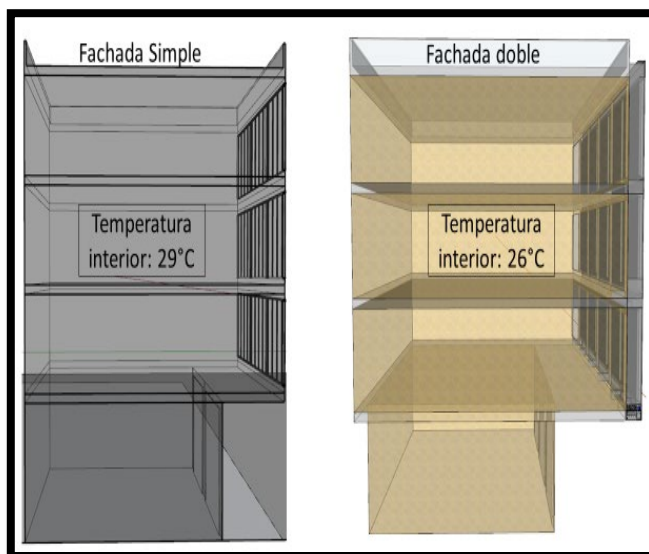


Fig. 9. Esquema de temperatura interior con Sistema de doble fachada. Elaboración: Lucas F. (2020).

B. Disminución en la carga de enfriamiento como resultado de utilizar un sistema de doble fachada.

TABLA I
 PORCENTAJE DE AUMENTO DEL COSTO ANUAL DE CONSUMO ELÉCTRICO AL AUMENTAR EL ÁREA DE VENTANA 30% DEL ÁREA DEL PISO

Tipo de sistema de acristalamiento con 30% del área de piso en ventanas	Porcentaje de aumento anual de consumo eléctrico
Vidrios claros simples	50%
Vidrios grises o bronce simple	40%
Vidrio doble con baja ganancia solar	33%

Las ventanas con vidrios simples claros o con tintes grises o bronce presentan un significativo impacto en la carga de enfriamiento cuando se duplica el área de cristales. El análisis indica que el incremento del área cristalizada aumenta el uso de energía en climas cálidos, pero tiene un menor impacto en el consumo cuando se usan cristales de alta tecnología (ejemplo: vidrio doble con baja ganancia solar) (Arons et al., 2001).

En la tabla I se muestra el resultado de simulaciones para demostrar el impacto del área de ventanas y tipos de cristales en los costos anuales del consumo eléctrico. Para ello se aumenta el área cristalizada al doble, es decir 30% del área del piso. Las ventanas se repartieron equitativamente en las cuatro orientaciones (para descartar la influencia de estas).

TABLA II
 NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO SEGÚN ACTIVIDAD.

Lugar/Actividad	Nivel sonoro [dB]
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar	75

C. Control de ruido con sistema de doble piel.

La tabla II recoge según la norma ecuatoriana de eficiencia energética en la construcción NEC-11, los niveles máximos de ruido para lograr un confort acústico.

Para fines demostrativos, a continuación, se presenta la siguiente tabla comparativa de los decibeles obtenidos: aplicando distintos tipos de acristalamientos:

TABLA III
OBTENCIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO SEGÚN TIPO DE ACRISTALAMIENTO

Aislamiento acústico		
Descripción	Vidrio simple de 4mm	Prisma con caras laminadas de 4mm
Aislamiento promedio	27 dB	46 dB
Aislación compensada	30 dB	44 dB
Aislamiento al tráfico RW	25 bBA	37 dBA

A continuación, se muestran los valores que llegarían a desarrollarse en cuanto a confort térmico, acústica y consumo de energía implementando el sistema de doble fachada propuesto en el proyecto (Niampira, 2014).

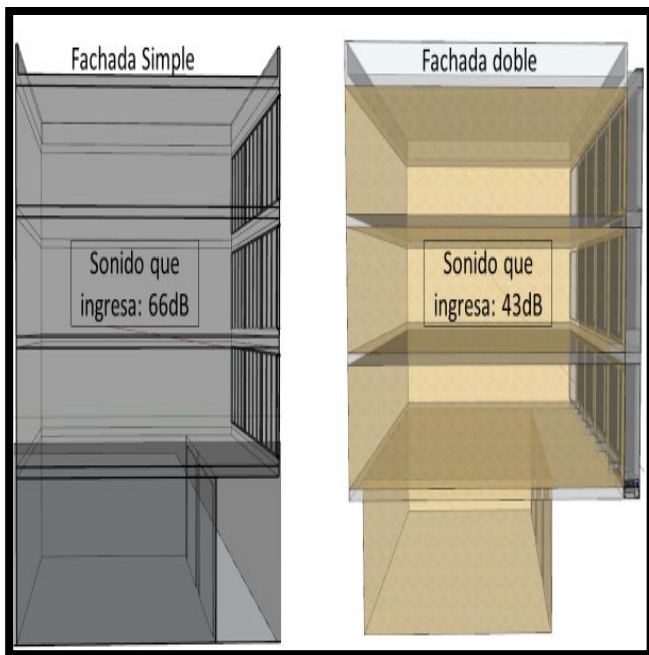


Fig. 10. Esquema de sonido interior con Sistema de doble fachada. Elaboración: Lucas F. (2020).

V. CONCLUSIONES

La propuesta determinó cómo es posible la adaptabilidad de un sistema de doble fachada a partir de acero, aluminio y vidrio para edificios con criterio autosustentable, en el contexto del cantón Guayaquil. Se lo demostró mediante el cumplimiento de la hipótesis que indica la posibilidad de elaborar un prototipo capaz de funcionar como segunda piel de una edificación, y se determina su capacidad de optimizar las fachadas con superficies acristaladas simples.

TABLA IV

COMPARACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE DOBLE FACHADA		
	Edificación con una fachada	Edificación con sistema con doble fachada
Confort térmico	U 5.89 W/m2K	U 3.16 W/m2K
Consumo energético	50%	33%
Confort Acústico	60 dB	46 dB

En consecuencia, el objetivo general se resolvió ya que se usó los elementos iniciales que definió la propuesta, y el conjunto fue analizado por la sustentabilidad como requisito para el sistema, aquello se lo demostró con una reducción del coeficiente de transmitancia de calor solar de 5.59 W/m2K con una fachada simple, y con 3.16 w/m2K aplicando el sistema de doble fachada que surgió de la investigación.

En referencia a los otros objetivos específicos, también se dieron cumplimiento al evaluar la técnica que sea aplicable al contexto, y ésta fue la estrategia de una fachada suministradora, en la que recibe la ventilación natural y con sus elementos logra modificar el clima interior, método que es conveniente en Guayaquil, donde se contempla un clima cálido muy caluroso.

Por otro lado, una de las metas también consistía en considerar la opinión de los actores de la construcción que hayan intervenido en la aplicación de dichas fachadas; en efecto, también se llegó a recoger las impresiones de aquellos profesionales y analizar sus exigencias, con ello pudo ser posible la conformación de la propuesta, así como los dimensionamientos que un sistema de doble fachada necesita.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acristalamiento aislante: Ensamblaje de una o varias hojas de vidrio, encoladas entre sí o bien selladas perimetralmente de forma hermética para delimitar una cámara de aire, para asegurar mejores prestaciones tanto térmicas como acústicas.

Aislamiento térmico: Es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción.

Anclaje: Pieza metálica fabricada específicamente para asegurar la conexión

mecánica entre la estructura de la fachada ligera y la estructura principal del edificio.

Bienestar térmico: Implica una ausencia de cualquier sensación de incomodidad o malestar térmico producido por exceso de frío o calor.

Coefficiente k: Coeficiente de transmisión térmica global, entre el aire interior y el aire exterior, de uno o varios elementos de fachada, expresado en W/m2K.

Confort térmico: El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado.

Iluminancia: La iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área.

Elemento de fijación: Pieza metálica diseñada para transmitir a la estructura del edificio las cargas propias y las cargas aplicadas a la fachada ligera.

Muro de mampostería: Elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional que, unido con

mortero, configura la pared de mampostería.

Optimización solar en superficies: Es almacenar la radiación solar en elementos macizos de materiales como hormigón, piedra o arcilla cuya inercia permita la acumulación de calor en la fachada o muros interiores.

Paneles: Son secciones de paredes o muros formados por entramados de montantes y soleras, cubiertas en ambas caras por placas estructurales de revestimiento.

Sistema de acristalamiento: Estructural Técnica de puesta en obra de un cerramiento acristalado que resuelve la fijación de las hojas de vidrio que se solapan sobre su marco mediante un sellado posterior adhesivo (se coloca una fijación mecánica oculta adicional de seguridad). Se obtiene así una fachada con aspecto enteramente de vidrio.

REFERENCES

- (Miduvi), m. D., & (camicon), c. D. (05 de 01 de 2015). Norma ecuatoriana de la construcción. Nec. Quito, ecuador: dirección de comunicación social, miduvi.
- Arons, d., & glicksman, l. (2001). Double skin, airflow facades: will the popular european model work in the usa. International conference on building envelope systems & technology, (págs. 203-207). Ottawa.
- Ashrae. (2013). Sociedad americana de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado. Atlanta: engineering mechanics.
- Blanco, m. (2014). Fachadas sostenibles: estudio de las diferentes soluciones para construir fachadas sostenibles. Río de janeiro: universidad federal de río de janeiro.
- Bublik, n. (2014). Estudio de la fachada con membrana textil tensada como segunda piel. Catalunya, españa: universidad politécnica de catalunya-escuela superior de barcelona.
- Coellar, i. (2017). Fachada cinética: parametrización para optimizar el confort lumínico. Cuenca: universidad de cuenca.
- Conelec. (2013). Estudio y gestión de la demanda eléctrica- plan maestro de electrificación 2013-2022. Quito: conelec. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/vol2-estudio-y-gestio%3%b3n-de-la-demanda-el%3%a9ctrica.pdf>
- Consejo nacional de planificación (CNP). (2017). Plan nacional de desarrollo 2017-2021-toda una vida. Quito: secretaria nacional de planificación y desarrollo, senplades.
- Cruz, a. D. (2015). Análisis del comportamiento metalúrgico y propiedades mecánicas en uniones de aleaciones de aluminio 6061-t6 y 7075-t6 para aplicaciones en industria de transporte unidas mediante el proceso de soldadura gtaw. México: corporación mexicana de investigación en materiales.
- Cuerva, e. (2014). Optimización térmica y energética de la doble fachada acristalada con ventilación mécnica en clima mediterráneo. Catalunya: universidad politécnica de catalunya.
- Domínguez, p. (2016). Nuevas pieles : tecnología en fachadas como estrategia de diseño sostenible. Madrid: universidad politécnica de madrid.
- Hoyos, m. (15 de 10 de 2015). Guayaquil y su rica arquitectura patrimonial. (s. Neumane, entrevistador)
- Irulegi, o., sierra, a., hernández, r., ruiz-pardo, a., & torres, l. (2013). Fachadas ventiladas activas para reducir. Sevilla: universidad de sevilla.
- Morán, e. (2016). Estudio del efecto de la envolvente fachada curtain wall de los edificios judiciales de guayaquil norte. Guayaquil: universidad de guayaquil.
- Neumane, s. (13 de 10 de 2015). Guayaquil y su rica arquitectura patrimonial. El universo.
- Niampira, a. (2014). Comportamiento acústico de la fachada ventilada con revestimiento ligero; análisis de la variación según las características de la ventilación. Catalunya, españa: universidad politécnica de catalunya.
- Olmedilla, j. (2012). Sistema de doble fachada. Análisis de las mejoras en las prestaciones térmicas y acústicas de un edificio destinado a centro de salud. Valencia: universidad politécnica de valencia.
- Planee. (2017). Plan nacionalde eficiencia energética 2016-2035. Quito: ministerio de electricidad y energía renovable.
- Reynaers aluminium. (2014). Arquitectura en aluminio. Barcelona: reynaers aluminium.
- Riventi. (2015). Riventi fachadas estructurales. Obtenido de <https://www.riventi.net/project/sede-de-la-direccion-general-de-patrimonio-del-estado/>
- Riventi. (16 de 06 de 2016). Riventi fachadas estructurales. Obtenido de <https://www.riventi.net/las-diferentes-fachadas-de-la-ciudad-de-la-justicia-de-las-palmas/>
- Sánchez, e. (2017). Optimización de la fachada de doble piel acristalada con ventilación natural. Metodología de diseño para el análisis de la eficiencia energética del sistema. . Madrid: universidad politécnica de madrid.
- Sánchez, j. (2017). Importancia económica y ambiental de la recuperación del aluminio en cuba. La Habana: universidad de la habana.
- Soria, l. (2017). Evaluación de la eficiencia energética de la envolvente de tres edificios de oficinas construídos en la ciudad quito a partir del año 2011. Quito: pontificia universidad católica del ecuador.
- Zapata, j. (2013). Diseño de elementos de máquinas i. Piura: universidad nacional de piura



Reconocimiento – NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.