

JIFI2018
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

GESTIÓN SOLAR – FACHADAS DINÁMICAS AL SERVICIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Leonardo A. Alvarado Picón¹, María Eugenia Sosa G.², Carlos H. Hernández³

¹Estudiante del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV). Correo: teraucv@gmail.com

²Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV). Correo: mesosag@yahoo.es

³Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV). Correo: carlos@grupoestran.com

RESUMEN

La presente investigación surge de la necesidad de estudiar y desarrollar un sistema de fachadas dinámicas de control solar alternativo al uso del curtain wall, que sea innovador, que ofrezca una estrategia de diseño para mejorar el consumo energético, el confort térmico y visual de las edificaciones de oficinas nuevas en el trópico. Aunado a la condición económica del país, donde se hace cada día más inviable la utilización de materiales de construcción con cerramientos en vidrio de alta tecnología, debido a sus altos costos. Identificándose todas estas como problemática que impulsan esta investigación. Las estructuras transformables abren una posibilidad que permitirá experimentar configuraciones en su estructura y acabados que lo hagan eficiente tanto constructivamente, como energéticamente, mediante un gasto mínimo de material en su utilización en fachada, garantice el confort en espacios internos, para así garantizar la sustentabilidad en la edificación.

Palabras Clave: Gestión, control solar, alternativa tecnológica, eficiencia energética, fachadas trópico.

ABSTRACT

This research arises from the need to study and develop a system of dynamic solar control facades alternative to the use of curtain wall, which is innovative, offering a design strategy to improve energy consumption and thermal comfort of office buildings new in the tropics, added to the economic condition of the country, where it is becoming increasingly unviable to use construction materials with high-tech glass enclosures, due to its high costs. Identifying all these as a problem that drive this research. The transformable structures open a possibility that will allow to experience configurations in its structure and finishes that make it efficient both constructively and energetically, through a minimum expenditure of material in its use on the façade and guarantee comfort in internal spaces, in order to guarantee sustainability in the edification.

Keywords: Management, solar control, technological alternative, energy efficiency, facades tropics.

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.
Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053
Telf.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un extracto de los avances parciales de la tesis de Maestría en Desarrollo Tecnológico IDEC-FAU-UCV titulada “Fachadas dinámicas de control solar. Aporte teórico-tecnológico a la habitabilidad en edificaciones de oficinas en el trópico”

Se plantea la problemática que justifica el trabajo de investigación, su marco conceptual, luego se plantea los métodos utilizados, presentando resultados parciales del sistema alternativo de fachadas dinámicas de control solar para mejorar el consumo energético, adecuado a las condiciones económicas, tecnológicas y climáticas de Venezuela.

Entra al escenario mundial hace más de 60 años la llamada arquitectura internacional, que consiste en borrar todo ornamento, buscando una “simplificación constructiva” sobre todo en el área corporativa, imponiendo como modelo único la utilización de vidrio corrido (curtain wall), sin importar el tipo de clima donde se encuentre. En la búsqueda de una simplificación, se generó unos nuevos problemas, la elevación del consumo energético de la edificación para lograr el confort térmico de sus espacios internos entre otros. El profesional debe buscar la mejor alternativa de diseño de control solar más adecuada a las coordenadas de ubicación de la edificación.

Con el presente trabajo se busca abrir el estudio sobre las fachadas dinámicas en Venezuela, basadas en la indagación sobre las estructuras transformables, que actúen como puntal del sistema de control solar, adquiriendo la capacidad de ser eficiente ante la incidencia solar en fachadas con vidrios corriente, mejorando el consumo energético de la edificación. Para determinar qué tan efectivo es constructivamente y energéticamente según su orientación, este desarrollo tecnológico será evaluado.

METODOLOGÍA

Como todo nuevo repensar, existen momentos en la historia para reordenar los postulados constructivos en función de un fin, en este caso la eficiencia energética, que vaya en concordancia a los nuevos tiempos, donde el interés por el ahorro energético ha ido en aumento. Se eleva la lógica preocupación en el trópico, cuando la fachada en edificios de oficina cada vez gana más metros cuadrados en vidrio, exigiendo la necesidad de usar más los equipos de climatización, por más que se busque usar vidrios de alta tecnología Low-E, de alto costo en dólares para su importación [1], por lo tanto se deben buscar soluciones más sostenibles. La enseñanza de los “Brise-soleil” debe ser rescatada, ajustados al siglo XXI.

Debido a esto, la propuesta se desarrolla en elementos de control solar que sean movibles y adaptables en fachada de edificaciones de oficinas.

Se prevé indagar bibliografía y antecedentes que aborden el tema de las estructuras movibles, procurando dirigirlo hacia su funcionalidad, racionalidad de accesorios y material, instalación, mantenimiento, eficiencia, etc., todos ellos que dan basamento al tema de la sustentabilidad.

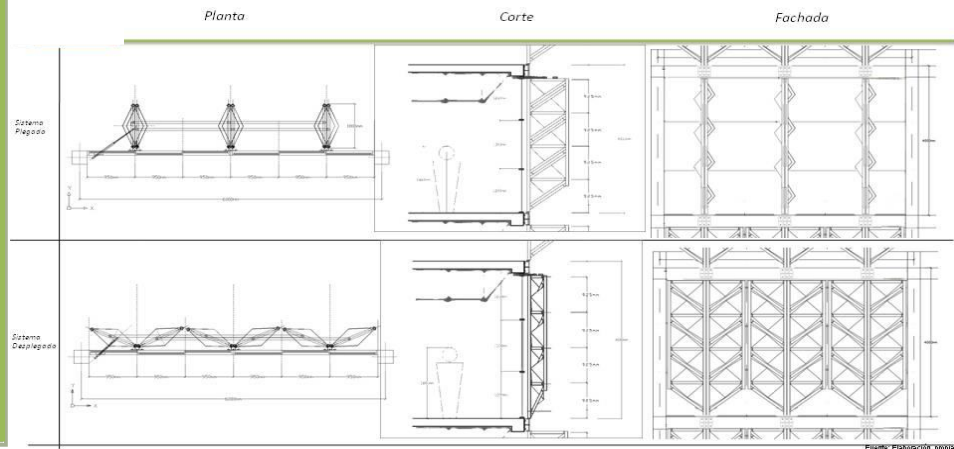
Una vez realizada la revisión constructiva del sistema dinámico de control solar en fachada, se dirige a su evaluación, utilizando el software de simulación ECOTEC, con el fin de determinar su efectividad de los elementos que lo conforman, según su orientación, horarios de usos., y su incidencia en la mejora en el manejo del consumo energético de la edificación de oficinas en el trópico. Sumado lo anterior, se prevé su evaluación según el Método Paramétrico, desarrollado por la Profa. María Eugenia Sosa [2] para precisar su eficiencia energética y habitabilidad del espacio.

Como todo desarrollo tecnológico se pretende establecer su protocolo de producción, costos, transporte, montaje, mantenimiento y gestión de uso del sistema de control solar móvil, basados en la experiencia del Grupo Estrán [3]

Desarrollo tecnológico

Propuesta tecnológica de sistema de fachada dinámica para edificaciones de oficinas en el trópico

Planimetría



En el grafico a continuación se resumen diversas posibilidades de formas y acabados al sistema de control solar en desarrollo

Se estudia la posibilidad de que los elementos que contenga la cerchas, puedan tener alternativas de materiales y morfológicas, estas serán siempre debidamente evaluadas y reconfiguradas según el estudio con las orientaciones para lograr sombreado total, parcial ó tamizado, dependiendo de los requerimientos del proyecto. (Grafico 1)

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE MATERIALES Y GEOMETRIAS DE LOS ELEMENTOS DE CERRAMIENTO

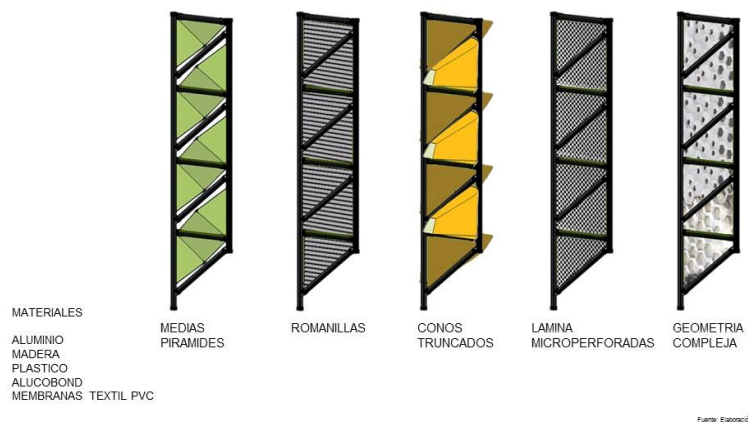


Grafico 1: Cuadro de alternativas de formas y acabados al sistema de control solar

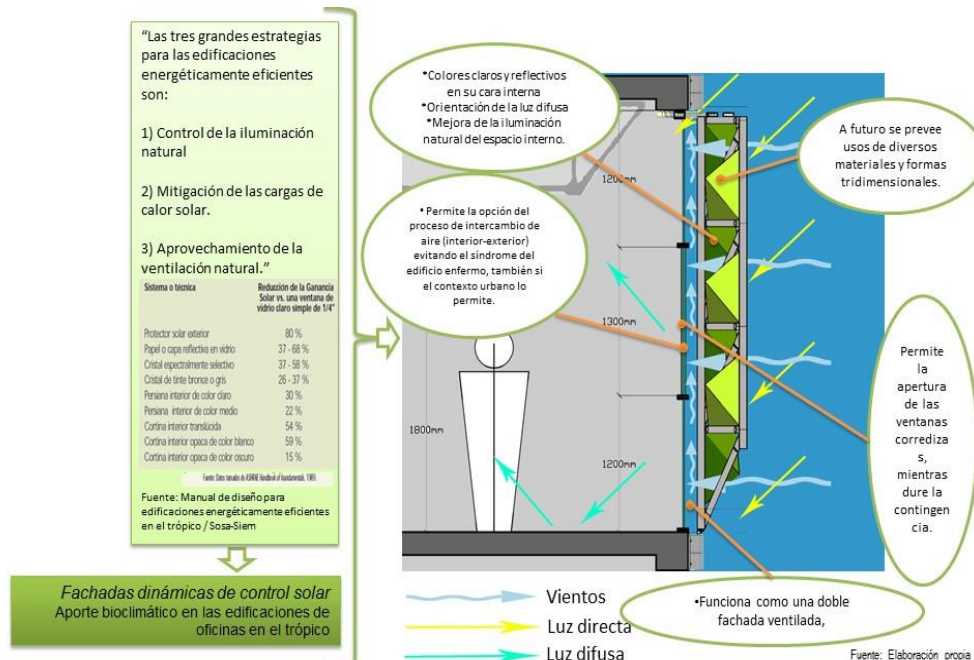
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación se desarrolla en el conocimiento acumulativo, dada por la indagación y el control rigurosos del proceso, donde exista la posibilidad de medir e ir ajustando hasta su validación. De esta forma se construye las variables que se refieren a dimensiones, objetos tangibles que forman parte de la evaluación. Ver Tablas 1 y 2

Tabla 1: Caso de estudio

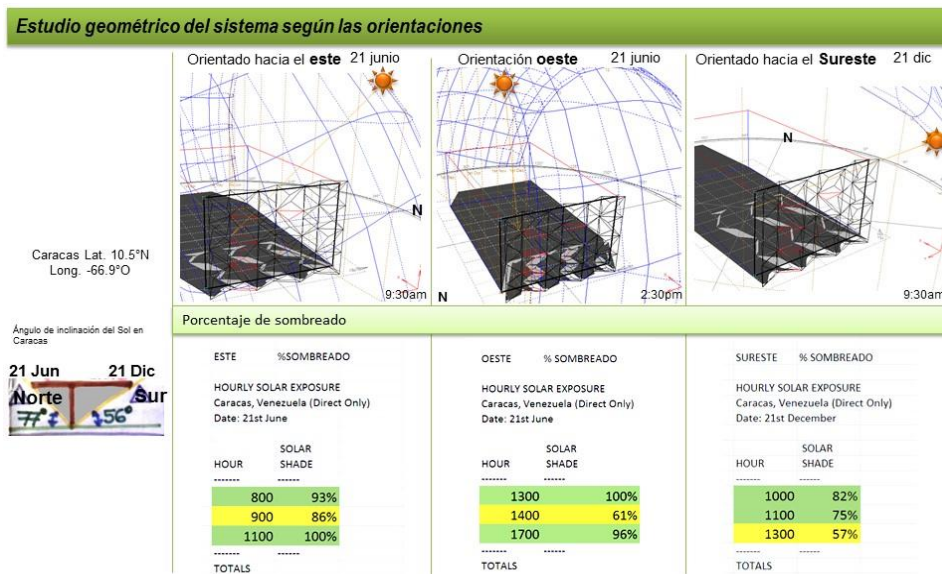
Caso de estudio – Edificación de oficinas en el trópico (nuevas o en remodelación)		
- Establecimiento de las variables y/o criterios de diseño		
<p>Para la propuesta de protección solar transformable en fachada en un edificio de oficinas, se requiere precisar y acotar los criterios de diseño por donde se moverá la propuesta, entre los cuales están los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de sistemas de cerramientos de oficinas <ul style="list-style-type: none"> -Cerramiento en vidrio claro corriente -Cierre solo entre losas -Estructura a la vista. • Nivel de envergadura del control de movilidad de los componentes de protección solar transformables en fachada <ul style="list-style-type: none"> - Por oficina • Modelos cerramientos de o ventanas con vidrio corriente para determinar accesibilidad al parasol <ul style="list-style-type: none"> - Ventana corrediza 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Altura entre pisos de 4 metros <ul style="list-style-type: none"> • Definición de la altura entre pisos ☐ Distancia entre ejes de columnas de 6 metros <ul style="list-style-type: none"> • Definición del módulo del protector solar según el ritmo estructural marcado por los estacionamientos. ☐ Estructura a la vista en fachada <ul style="list-style-type: none"> • Definición del sistema entre losas Protector solar en volado en fachada ☐ Cerramiento en fachada del 100% en vidrio corriente <ul style="list-style-type: none"> • Definición del área de vidrio en fachada ☐ Propuesta del cerramiento en vidrio, donde se propone ventanas corredizas acompañadas por paños fijos de vidrio 	

Tabla 2: Variables presentes en la relación interior – exterior a través del sistema de fachada dinámica.



Se construyen y evalúan los criterios que deben estar presente en la propuesta tecnológica orientada a sombrear y tamizar las fachadas para permitir la iluminación natural y disminuir la ganancia térmica, produciéndose una mejora en el consumo energético. Ver resultados en Tablas 3 y 4

Tabla 3: Interacción del sistema de fachada dinámica con diferentes orientaciones (sombreado)



Fuente: Elaboración propia (2017) utilizando software “ECOTECH”

La propuesta se confronta con diversas orientaciones, buscándose la época más desfavorable para determinar su eficiencia al sombrear. De esta tabla (3) se desprende que posee un alto porcentaje de eficiencia en sombrear, surgiendo la posibilidad en futuro de probar otras formas y materiales para así mejorarlo.

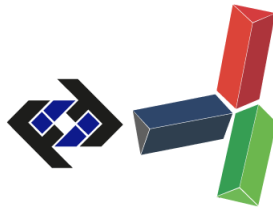
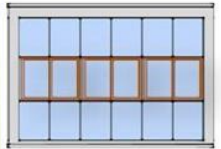




Tabla 4: Cuadro comparativo del estudio entre sistemas de cerramientos en fachada (comportamiento térmico y eficiencia energética)

Comparación entre un Cerramiento en vidrio corriente, un Curtain Wall y un Sistema de Protección Solar Transformable + Cerramiento en vidrio corriente en una edificación de oficinas en el clima del trópico.

Del trabajo doctoral de la Profesora Sosa (2008), se toma una edificación referencial de oficinas con las siguientes características para la evaluación de la eficiencia energética:

- *20° a *25° A/A
- *25 personas por piso
- *Horario de 7am a 7pm
- *Área de planta: 20m x 20m
- *Altura entrepiso de 4m

	Sólo cerramiento en vidrio corriente	Curtain Wall (con carad. propias para el trópico)	Sistema (Protector Solar Transformable + Cerramiento en vidrio corriente)
	 100% Ventana Vidrio Simple Claro 6 mm.	 Ventana Vidrio Low-e de 6 mm	
Fachada este	Transferencia calor ventanas (rad. directa) Wh/día Consumo por Carga de enfriamiento kWh/m2/año	14495 20.62	9031 12.48
Fachada oeste	Transferencia calor ventanas (rad. directa) Wh/día Consumo por Carga de enfriamiento kWh/m2/año	26294 19.75	6224 12.8

Observaciones: Valores para simulaciones con datos climáticos Caracas

Se esta montando las simulaciones con geometría del protector solar transformable se estima disminuciones menores a curtain wall


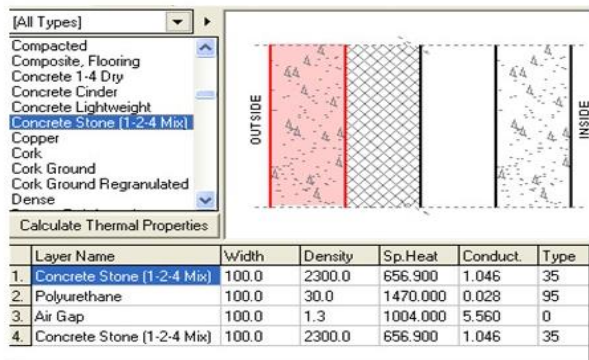
Fuente: Elaboración propia (2017) utilizando software “ECOTECT y basados en el Método Paramétrico (Sosa, 2008)

Se procede a la prueba de diversos tipos de cerramientos en fachada y de la propuesta usando el Método Paramétrico desarrollado por Sosa [4] en cuanto al confort térmico, la eficiencia energética, el confort lumínico, orientación, condiciones climática de Caracas, entre otros parámetros, precisándose una mejora en el consumo energético. Ver Tabla 5, 6, y 7

Tabla 5: Simulación, análisis y comparación entre sistemas de cerramiento para determinar su eficiencia energética.

Fachada de Estudio en la cual se evaluara eficiencia energética de la propuesta de fachada dinámica de control solar en ventana con vidrio claro corriente en comparación con ventana de vidrio claro sin parasol y la ventana con vidrio de alta tecnología Low-e

Dentro de las características del espacio donde se van a poner a prueba los distintos cerramientos en la fachada de prueba, el resto de cerramientos, las 3 paredes, el techo y el piso, se les colocaron materiales con alta inercia térmica, incluidos material aislante (ancho total de 40 cm, comprendido por 10 cm de concreto solido, 10 cm de poliuretano, 10 cm de cámara de aire y 10 cm de concreto solido

Layer Name	Width	Density	Sp.Heat	Conduct.	Type
1. Concrete Stone (1-2-4 Mix)	100.0	2300.0	656.900	1.046	35
2. Polyurethane	100.0	30.0	1470.000	0.028	95
3. Air Gap	100.0	1.3	1004.000	5.560	0
4. Concrete Stone (1-2-4 Mix)	100.0	2300.0	656.900	1.046	35

Fuente: Elaboración propia (2017)

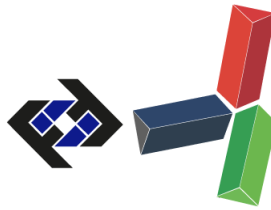
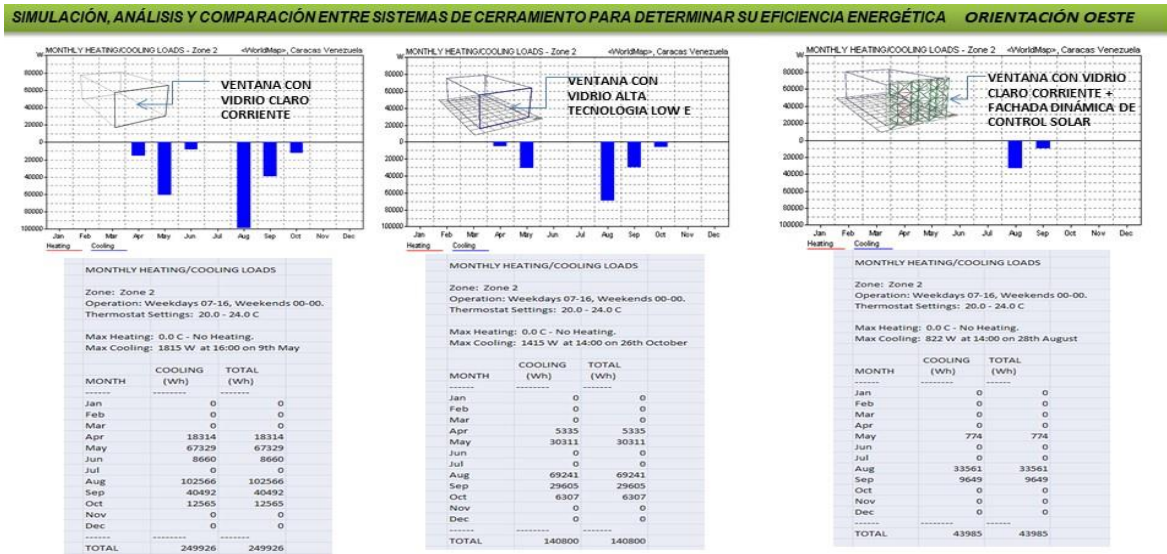
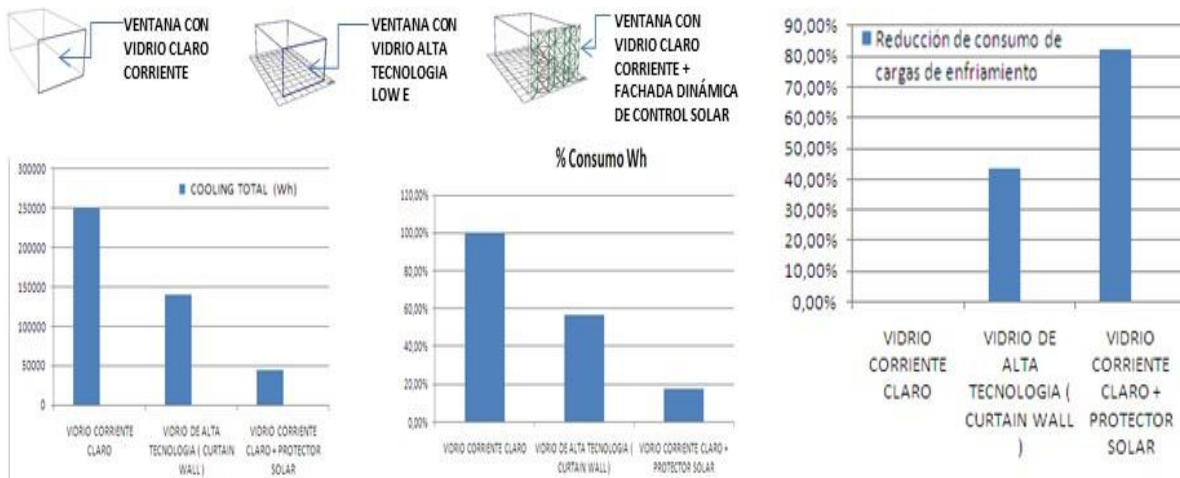


Tabla 6: Tabla comparativa entre sistemas de control solar en fachadas para determinar su eficiencia energética.



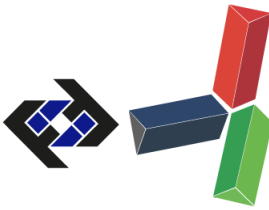
Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 7: Tabla comparativa entre sistemas – Consumo por cargas de enfriamiento con aire acondicionado (Wh)



Fuente: Elaboración propia (2017)

Resultados parciales: De los resultados de las simulaciones y análisis del sistema de cerramiento con vidrio corriente claro integrado al sistema de fachada dinámica de control solar procesado dentro del programa de Ecotect [5], se precisa favorablemente



JIFI2018
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

1. una reducción mucho mayor del 82,41% del consumo anual de cargas de enfriamiento del sistema de aire acondicionado.
2. en las orientaciones más críticas estudiadas se pudo comprobar tamizado o sombreado de la radiación solar entre 57 y 100% en horas picos.

CONCLUSIONES

El sistema de fachada dinámica de control solar, conlleva a experimentar con diversos tipos de materiales, en su configuración, que la hagan eficiente económicamente mediante un gasto mínimo de material, constructivamente, y en su utilización sea lo más eficiente energéticamente posible, garantizando el confort y la durabilidad, para avalar la habitabilidad en oficinas en el trópico. De igual forma, se continuara evaluando cada una de las orientaciones para ir optimizando la propuesta, asimismo se probará con otras formas y materiales y costos asociados.

Se pretende indagar e impulsar el diseño adecuado de fachadas dinámicas adaptadas a las condiciones económicas, sociales, tecnológicas y climáticas de Venezuela, que permita a los edificios de oficinas crear conciencia sustentable, al utilizar las fachadas dinámicas de control solar, que permita evitar la ganancia térmica, garantizar la eficiencia energética, que permita las visuales y tamizar la luz natural, y a la vez sean tecnológicamente y económicamente asequibles, durables y seguras.

REFERENCIAS

- [1] Sosa, María Eugenia (2013). “Impacto energético de estrategias arquitectónicas en fachadas de oficinas en clima cálido húmedo. Caso: orientación-proporción.” Memorias de las XXXI Jornadas de investigación IDEC - Ediciones FAU 2013. Caracas. Venezuela.
- [2] Sosa, María, Eugenia (2008) Desarrollo de Método Paramétrico para determinar Índices de Eficiencia Energética para Estrategias Arquitectónicas de Fachadas en Edificios con Acondicionamiento Activo. Caso estudio: Edificios oficinas en Caracas y Maracaibo. Tesis Doctoral en Doctorado de FAU - UCV Caracas.
- [3] Rodríguez, Nelson (2005). “Diseño de estructura transformable por deformación de una malla plana en su aplicación a un refugio de rápido montaje” Tesis Doctoral en la Universidad Politécnica de Catalunya - Escuela técnica superior de arquitectura de Barcelona – Escuela técnica superior de arquitectura del Valle. Barcelona – España.
- [4] Sosa Griffin, María Eugenia (2011). “Método paramétrico para evaluar estrategias arquitectónicas en fachadas de edificios de oficinas en función del clima, la orientación y el consumo eléctrico del sistema aire acondicionado y de iluminación. Ciudades de estudio: Caracas y Maracaibo, Venezuela” Memorias correspondientes a la Trienal de Investigación FAU -UCV 2011, Ediciones FAU. Ambiente y Sostenibilidad. AS13 <http://www.fau.ucv.ve/trienal2011/cd/documentos/as/AS-13.pdf>
- [5] ECOTEC (v.2010) [Software 2010) Autodesk Ecotec Analysis. Sustainable Building Design Software.

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.
Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053
Telf.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>