

**SIMULACIONES VIRTUALES PARA LA OPTIMIZACIÓN
ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES EXISTENTES
CASO DE ESTUDIO EDIFICIO TURISTICO PALMETTO SUNSET
(BARRIO LAGUITO-CARTAGENA)**

Eric Santiago Riaño Parra, Daniel Enrique Daza Montoya



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá

2023

Simulaciones virtuales para la optimización energética en edificaciones existentes
caso de estudio edificio turístico Palmetto sunset
(barrio laguito-Cartagena)

Eric Santiago Riaño Parra, Daniel Enrique Daza Montoya

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (Arquitecto)

Profesor Manuel Fernando Martínez Forero



Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2023

Tabla de contenido

RESUMEN	9
ABSTRACT	11
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
JUSTIFICACIÓN.....	17
HIPÓTESIS.....	23
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	23
OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL.....	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
PRESELECCIÓN DEL LUGAR	25
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN HÁBITAT TECNOLÓGICO Y CONSTRUCCIÓN	25
MARCO CONCEPTUAL.....	26
TEORÍAS GENERALES.....	26
METODOLOGÍA.....	27
FIGURA 7.....	27
TRABAJO DE CAMPO.....	31
INTRODUCCIÓN	31
<i>Metodología.....</i>	<i>32</i>
DIAGNÓSTICO ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
<i>Resultados de las Encuestas</i>	<i>33</i>
<i>Resultado del recorrido del Edificio turístico Palmetto Sunset.....</i>	<i>34</i>

CONCLUSIONES	38
PROPUESTAS ARQUITECTÓNICAS	39
ARGUMENTACIÓN	39
AHORRO ENERGÉTICO PARA SISTEMA HVAC	40
<i>Ficha técnica</i>	41
<i>Zona de implementación</i>	41
<i>Detalles técnicos</i>	42
PELÍCULA NANO CERÁMICA	42
<i>Ficha técnica</i>	43
<i>Zona de aplicación</i>	44
<i>Detalles técnicos</i>	45
FACHADA VENTILADA	49
<i>Ficha técnica</i>	49
<i>Zona de aplicación</i>	51
<i>Detalles técnicos</i>	54
SENSOR LUMÍNICO	55
<i>Ficha técnica</i>	56
<i>Zona de aplicación</i>	56
<i>Detalles técnicos</i>	57
GENERACIÓN DE ENERGÍA	58
<i>Ficha técnica</i>	58
<i>Zona de aplicación</i>	59
PROPUESTAS Y SU RESULTADO DE SIMULACIÓN	62
PROPUESTA DE AHORRO ENERGÉTICO	63
<i>Resultados de simulación (Ahorro energético)</i>	63
PROPUESTA DE FACHADA VENTILADA	64
<i>Resultado de simulación (Fachada ventilada)</i>	65

PROPUESTA PELÍCULA NANO CERÁMICA	66
<i>Resultado de simulación (Película nano cerámica)</i>	67
PROPUESTA DE SENSOR LUMÍNICO	68
<i>Resultado de simulación (Sensor lumínico)</i>	69
PROPUESTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA	69
<i>Resultado de simulación (Generación de energía)</i>	70
META ANÁLISIS DESIGN BUILDER	71
<i>Simulación del edificio en Design Builder</i>	71
SIMULACIÓN DE ESTRATEGIAS EN DESIGN BUILDER	75
CONCLUSIONES DEL META ANÁLISIS	80
RETORNO ECONÓMICO.	81
INVERSIÓN ECONÓMICA	81
FACTIBILIDAD ECONÓMICA EN TIEMPO	82
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS.....	85

Lista de figuras

Figura 1 Saidi y Saifi para Cartagena	13
Figura 2 Principales resultados de radiación	18
Figura 3 Programas de simulación.....	21
Figura 4 Radiación solar en norte del país.....	22
Figura 5 Propuesta para distribución de panel solar	23
Figura 6 Localización grafica del lugar de investigación	25
Figura 7 Herramientas de Investigación	27
Figura 8 Información climática.....	27
Figura 9 Propuestas arquitectónicas	28
Figura 10 Análisis de elementos existentes	28
Figura 11 Esquema de Flujo de aire	29
Figura 12 Estrategia Pasiva.....	30
Figura 13 Rendimiento de Panel solar.....	30
Figura 14 Estrategia Activa	31
Figura 15 Contexto urbano del edificio Palmetto.....	32
Figura 16 Altura de vecinos.....	34
Figura 17 Estado del edificio y zonas comunes.....	37
Figura 18 Recopilación del barrio laguito y del caso de estudio	39
Figura 19 <i>Características de Celosía en PVC</i>	50
Figura 20 <i>Ficha técnica Pie de amigo</i>	51
Figura 21 <i>Celosías fachada norte</i>	52
Figura 22 <i>Celosía fachada Sur oeste</i>	53

Figura 23 Zona de intervención del edificio	60
Figura 24 Cantidad de Panel	61
Figura 25 <i>Resultado de la estrategia de ahorro energético</i>	63
Figura 26 <i>Simulación de Flujo de vientos</i>	64
Figura 27 <i>Conclusión Grafica</i>	65
Figura 28 Planta arquitectónica	66
Figura 29 Planimetría con la estrategia de película de nano cerámica	67
Figura 30 <i>Implementación de Iluminación en los balcones</i>	68
Figura 31 <i>Simulación antes de las propuestas</i>	71
Figura 32 Simulación edificio sin intervenciones	72
Figura 33 Compresión de datos	73
Figura 34 Dia crítico de consumo	74
Figura 35 Introducción de las estrategias	76
Figura 36 Datos con estrategias de intervención	77
Figura 37 Espacio con las estrategias	78
Figura 38 Dia crítico con estrategias	79
Figura 39 diferencias de temperatura	80

Lista de tablas

Tabla 1 Análisis estadístico de consumo de los hoteles sofitel Santa Clara y Hilton Cartagena	16
Tabla 2 elementos existentes de consumo eléctrico y su estado actual	34
Tabla 3 Implementación de Hvac	41
Tabla 4 <i>Propiedades de película nano cerámica</i>	43
Tabla 5 Calculo implementación película nano cerámica	44
Tabla 6 Cantidad paneles celosía en fachadas	54
Tabla 7 Propiedades y detalles- sensor lumínico	56
Tabla 8 Calculo de implementación sensor lumínico	57
Tabla 9 Propiedades de panel solar.....	59
Tabla 10 Calculo de implementación panel solar - fachada sur Oeste	60
Tabla 11 Calculo de implementación panel solar - fachada sur Este.....	61
Tabla 12 Conclusión generación de energía	70
Tabla 13 Inversión de estrategias y sus costos	81

Resumen

La investigación busca el desarrollo sostenible de proyectos arquitectónicos de grandes alturas en zonas con mayor incidencia solar, con la premisa de reducir el consumo y aumentar la generación de energía eléctrica propia implementando estrategias arquitectónicas como herramienta de solución para las diversas problemáticas que se presentan en la actualidad. Como caso de estudio se enfoca en el edificio Palmetto Sunset ubicado en el barrio laguito de la ciudad de Cartagena (Colombia).

Se evidencian las múltiples razones de la problemática energética como las fallas en el sistema eléctrico, la inconsistencia en el servicio y las tarifas de pago elevadas, destacando como caso más relevante el consumo de los hoteles turísticos además se suma la mala prestación del servicio suministrado por la empresa Electricaribe y Afinia. Por las cuales el proyecto investigativo se argumenta desde el enfoque de adaptabilidad climática y las energías limpias que se puedan implementar.

Mencionado lo anterior se busca promover la transición de energía tradicional al uso de energías limpias y o de bajo consumo energético a través de programas simulación e implementación de estrategias activas y pasivas para el mejoramiento de espacios, en los aislamientos de fachada, el confort térmico, lumínico, la instalación de elementos de mejor desempeño y la generación de energía con panel solar. Proponiendo resultados estéticos y adaptables con un impacto económico menor.

Demostrando el potencial funcional y económico en el gremio de la construcción de edificios de grandes alturas en zonas costeras con innovación tecnológica para el mejoramiento de los edificios existentes.

Palabras Clave: Estrategias Arquitectónicas, Eficiencia Energética, Simulación de Proyectos, Construcción Sostenible, Solución Constructiva, Costos Operativos.

Abstract

The research is based on the sustainable development of high-rise architectural projects in areas of greater solar impact with the premise of supplying own electricity and low consumption. Making use of the implementation of active and passive strategies solving the diverse problems that are present at the present time, as the object of study this is carried out with emphasis in the Palmetto Hotel that is located in the Laguito neighborhood of the city of Cartagena (Colombia).

The multiple reasons are explained, such as failures in the electrical system, inconsistency in service, high rates of payment, among others. For which the research project is argued from the approach of climatic adaptability and energy consumption that is presented in this area of the city, exhibiting as most relevant cases the consumption of tourist hotels and the poor provision of the service provided by the company Electricaribe and Afinia.

With this objective it seeks to generate the progressive change from non-renewable energy to clean energy and low energy consumption, making it sustainable with the environment and thus demonstrating its benefit in the area of construction; obtaining greater economic growth to improve the quality of the hotel.

As a tentative solution, the implementation of improvement strategies in the façade insulation, thermal and luminous comfort, the implementation of elements of better performance and the generation of energy. Generating aesthetic and adaptable results with less economic impact.

Keywords: Architectural Strategies, Energy Efficiency, Operating Costs, Project Simulation, Constructive Solution.

Descripción del problema

Actualmente en la ciudad de Cartagena y principalmente en el barrio Laguito presenta múltiples fallos con alto consumo del fluido eléctrico afectando instalaciones como viviendas, hospitales, colegios, restaurantes, hoteles turísticos y propiamente a sus habitantes demostrados por los estudios para el año 2020 suministrados por la Alcaldía de Cartagena, UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) y programas de gobierno como (Cartagena como vamos, 2020). Como resultado de la investigación se demuestra que uno de los principales factores de la problemática que se vive, son por efecto de las empresas prestadoras del servicio como es el caso de la empresa ELECTRICARIBE S.A y AFINIA.

Según en el artículo de Orozco et al. (2017) *Deficiencias en la prestación del servicio de energía eléctrica en la ciudad de Cartagena: Análisis de la situación del barrio San Pedro Mártir*. “Muchas de las viviendas del barrio se soportan de un mismo poste de luz el cual demuestra que acarrea problemas en el flujo de voltaje” (p.70).

Así mismo sucede en el barrio Laguito este factor es frecuente y repetitivo derivando consecuencias negativas para sus electrodomésticos, para el uso de la iluminación de los espacios sintetizando en la reducción la capacidad de desarrollo personal, familiar y social, otros elementos que se ven afectados es el confort de los espacios acondicionados, también se ven afectados económicamente en mantener sus cifras positivas, para aquellos que dependen de esta manifiestan que sus pobladores, clientes y funcionarios es una situación cotidiana. Muchos de los habitantes expresan su descontento con la empresa prestadora del servicio y que no desean ser usurarios y depender de ésta.

El análisis de la situación y el contexto en el que vive el barrio Laguito nos da pie para la sustentación argumental de una posible solución mediante estrategias activas y pasivas para la

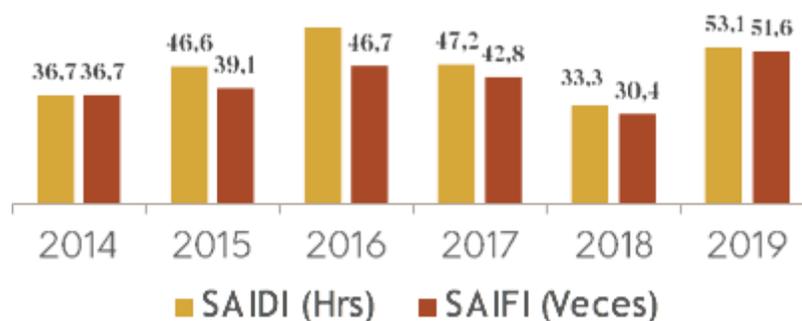
producción de energía renovable sin tener que depender constantemente del servicio prestado por la empresa en cuestión.

Según Cartagena como vamos (2020), mencionan que la principal empresa prestadora de energía eléctrica en Cartagena (Electricaribe S.A) “es la segunda empresa eléctrica en Colombia por mayor número de horas sin prestación de servicios y mayor número de interrupciones” (p. 23).

Tal y como se observa en la figura 1 Estadística de horas y funcionamiento del servicio de luz.

Figura 1

Saidi y Saifi para Cartagena



Nota. Estadística de horas y funcionamiento del servicio de luz. SAIDI: Promedio de horas que los usuarios estuvieron sin servicio de energía eléctrica al año. SAIFI: Promedio del número de veces que el servicio de energía eléctrica fue interrumpido en el año. Adaptado de “Saidi y Saifi para Cartagena” por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2020. Cartagena como vamos. (2020, junio). Informe calidad de vida (<http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2020/09/Informe-Calidad-de-Vida-2020-Cartagena-Como-Vamos.pdf>)

“Durante el 2019, cada cartagenero pasó en promedio 53 horas sin servicio de energía eléctrica y sufrió 51 interrupciones en el servicio” (Cartagena como vamos, 2020, p. 23).

A Continuación, se mencionan los aspectos generales del por qué existen las fallas en el servicio eléctrico provisto de la empresa Electricaribe y por qué su consumo es elevado. Estos

aspectos son provocados en tres razones generales, las cuales son el medio ambiente donde se instala el servicio eléctrico, el deterioro y la baja inversión de la red eléctrica para estar en óptima condición y por último la falta de pago al servicio por parte de sus clientes inconformes.

En el aspecto ambiental el barrio laguito se encuentra en una zona costera con gran índice de salinidad en el aire y las fuertes precipitaciones características de la geografía al limitar con el mar caribe, esto influye bastante en el deterioro de la red eléctrica ya que esta provoca fallas en los diferentes componentes eléctricos siendo los más afectados los transformadores, líneas de alta tensión , elementos metálicos expuestos y luminarias etc., derivando en múltiples cortocircuitos peligrosos para la vida de los usuario, terceros, la fauna y flora cercana. Esto implica que la empresa evalúe el daño de incendios en las edificaciones, la discontinuidad en el servicio y cambios en su infraestructura periódicamente para lo cual la Empresa Electricaribe

S.A es bastante conocida por su bajo financiamiento en provisionar soporte a la red y su descuido del medio ambiente.

La falta de inversión en la infraestructura de Electricaribe es debido en parte a la empresa Gas Natural Fenosa (GNF). Ya que esta no le proporciona una buena inversión de capital, lo cual a ha llevado a que se presenten inconsistencias en el mantenimiento y el mejoramiento de la red transformándose en obsoleta; y esto a su vez explica los cortes frecuentes, la mala calidad del servicio en la región del Atlántico.

La empresa Electricaribe presenta fallos y “falta de inversión en infraestructura, como es en subestaciones, transformadores, compensadores, postes, en el Sistema Nacional de Transmisión (SNT) y en el Sistema Regional de Transmisión (SRT), así como en la renovación y refuerzo de las redes de distribución” (El universal, s.f., párr. 2). para su buen desempeño y funcionamiento.

El tercer factor es la falta de pago por parte de los usuarios que adquirieron el servicio eléctrico ya que manifiestan ser de pésima calidad durante todo el año, demostrando daños en los inmuebles, electrodomésticos, negocios formales e informales y sus precios altos en los recibos a pagar. Otro de los problemas que se encuentran en los pobladores es el continuo acto ilícito de hurtar las líneas de corriente para generar puntos de conexión eléctrica, aumentando el riesgo a cortocircuitos, incendios, fallecimientos, daños a inmuebles y el mal registro en el contador eléctrico de las edificaciones. Esto hace que la cultura y la moral de pagar entre los ciudadanos sea mínima, contribuyendo a que exista los problemas energéticos y al alto consumo en la zona.

Dando a pie a la zona turística compuesta por restaurantes y hoteles, sean los más afectados pagando más de lo debido por el servicio o la falta de este.

Estas son las características principales que hacen que el barrio laguito sea considerado como uno de los más costosos por el consumo de energía eléctrica, resultado de la presencia de hoteles turísticos y restaurantes temáticos. Con una cifra de 36 hoteles de alto prestigio, los cuales en promedio pagan en su recibo de servicio eléctrico cifras aproximadas a los 107 millones de pesos mensuales, traducidos en consumo promedio aproximado (Kwh/mes 500,000 a 550.000) (Gamba, 2006).

Tal y como se observa en la tabla 1 Consumo promedio y nivel de ocupación promedio de luz.

Tabla 1

Análisis estadístico de consumo de los hoteles Sofitel Santa Clara y Hilton Cartagena

Mes		Consumo Mensual (KWh/Mes)	Costo Consumo (\$/Mes)	Indicador Energía (KWh/pax.-Día)	Nivel de Ocupación Total	Nivel de Ocupación Hab.
1	Junio	475.950	\$ 99.773.398,50	89,46	7.361	5.320
2	Julio	479.266	\$ 98.647.320,78	98,09	6.679	4.886
3	Agosto	484.840	\$ 100.483.090,00	95,10	7.883	5.098
4	Septiembre	461.215	\$ 96.868.986,45	87,02	8.239	5.300
5	Octubre	478.995	\$ 100.603.319,85	93,70	6.984	5.112
6	Noviembre	459.857	\$ 94.339.663,55	91,53	8.486	5.024
7	Diciembre	450.217	\$ 91.749.722,43	118,54	5.513	3.798
8	Enero	361.579	\$ 71.516.710,41	106,72	4.410	3.388
9	Febrero	299.086	\$ 58.348.687,74	58,51	7.287	5.112
10	Marzo	350.998	\$ 69.704.692,82	70,51	6.557	4.978
11	Abril	350.718	\$ 70.273.365,66	82,64	4.823	4.244
12	Mayo	372.418	\$ 73.280.689,86	76,47	5.747	4.870
13	Junio	346.959	\$ 68.600.733,48	70,15	6.736	4.946

Nota. La tabla representa el consumo energético y su consumo cada mes. Tomado de “Análisis Y Evaluación De Los Hoteles Sofitel Santa Clara Y Hilton Cartagena, Reproducido de Consumo promedio y nivel de ocupación promedio de luz.” por Gamba & Osorio, 2006. (<https://hdl.handle.net/20.500.12585/2810>)

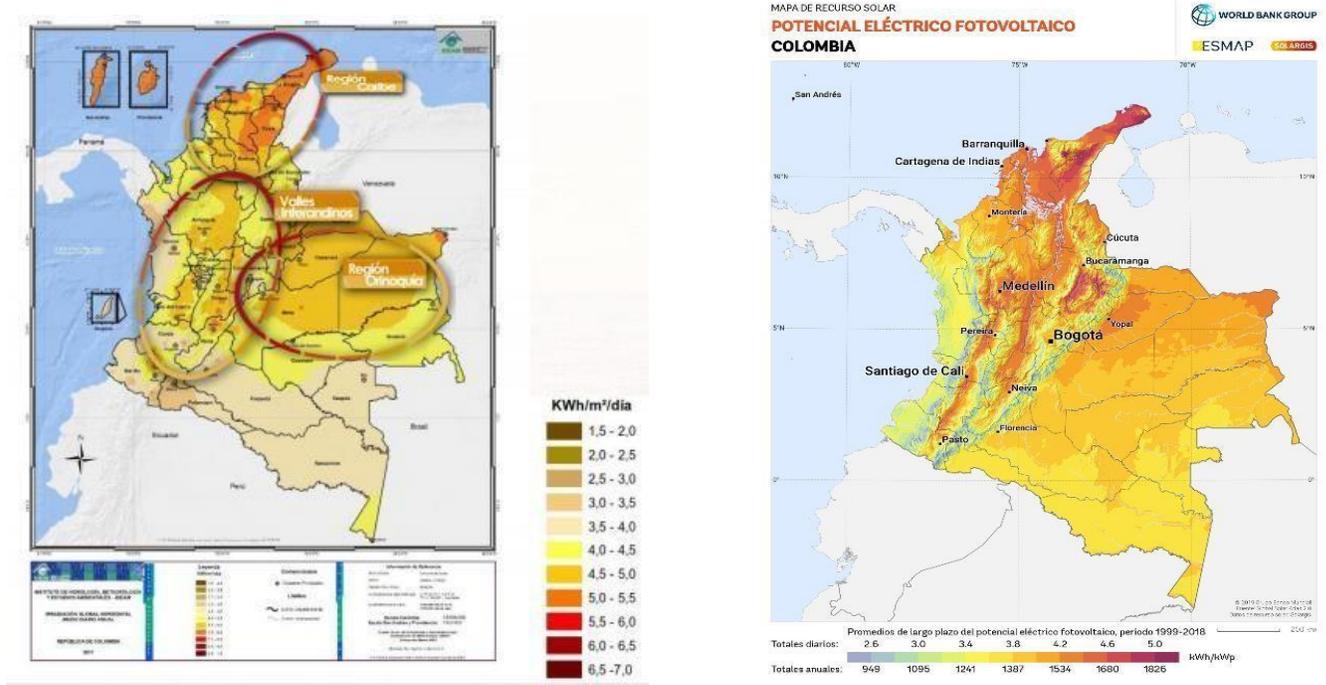
Justificación

El contexto en el que se desarrolla la investigación se ubica en el barrio laguito de la ciudad de Cartagena, se eligió este lugar en concreto por su gran cantidad de radiación solar durante el día y el año, su condición geográfica y climática, hacen de la problemática energética importante para la sociedad, el medio ambiente, la construcción de viviendas y edificios, motivos por los cuales hacen propicio y aplicable nuestro proyecto investigativo de generar estrategias activas y pasivas que ayuden a ser sostenible los proyectos que requieren energía constante, como es el caso del edificio Palmetto Sunset del barrio laguito.

Sintetizando la información descrita en Colombia crear energía renovable y bajar los consumos energéticos por sistemas de generación de energía y estrategias arquitectónicas activas y pasivas es viable como un hecho económico que trae beneficios a los proyectos que lo implementan, para nuestro caso investigativo en el edificio Palmetto del barrio laguito en Cartagena con tecnología mejorada e innovadora.

Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, s.f.a), las zonas del país con las mayores intensidades de radiación global son la región Caribe, amplios sectores de la Orinoquia y los valles interandinos (. . .) [también mencionó que] la radiación global aumenta o disminuye entre un 5 y un 10 por ciento (p. 22).

Tal y como se observa en la figura 2 Principales resultados de Radiación Global Colombia.

Figura 2*Principales resultados de radiación*

Nota: Evidencia por Regiones de Incidencia Solar. Adaptado de “Principales resultados de radiación”, de IDEAM.(s.f.a). (http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF_ATLAS/83b33ddd-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260)

En la ciudad de Cartagena presenta un clima cálido-seco, con temporadas de lluvias y temporadas de sequía, donde la temporada seca se extiende por 5 meses en el año de (diciembre a abril) con intervalos donde llueve 5 días por mes; mientras que la temporada de lluvias se extiende por 7 meses (mayo a noviembre) donde su frecuencia en intervalos llueve de 10 a 15 días por mes. Con una temperatura de 27°C promedio y con temperaturas máximas a medio día de 31°C a 33° C. El sol brilla como una duración de 8/9 horas diarias en promedio en los meses de (diciembre a marzo); mientras que el sol brilla entre 5/ 6 horas diarias en el mes de octubre.

(IDEAM, s.f.a).

Como proceso de análisis bioclimático según IDEAM (s.f.a), se evidencian que las fachadas orientadas en dirección oeste de los edificios del barrio laguito llegan a registrar temperaturas de 30°C entre el mediodía y la tarde como punto máximo durante un periodo de tiempo (5 a 6) horas continuas, siendo las fachadas de mayor impacto solar, aprovechado por los paneles solares de manera positiva ya que cumplirán el papel fundamental de captar mayor energía solar con más facilidad. Las fachadas orientadas hacia el oriente también reciben un impacto solar menor durante la jornada de la mañana registrando temperaturas de 24 a 26 °C. Esta diferencia de temperaturas hace que el porcentaje de captación de energía solar entre una fachada y otra sea del 5% al 10%.

Al considerar la información obtenida por parte del IDEAM (s.f.b), sobre la incidencia, la radiación solar y la obtención de energía en (KWh/M2/ día), en la zona caribe de Colombia ubicamos a Cartagena como la ciudad con características positivas influyentes para la implementación viable de las estrategias en función de la obtención de energía y bajo consumo.

Para ello se menciona la capacidad de las estrategias como el aislamiento de fachada, confort térmico, lumínico, elementos de mejor desempeño o menor consumo y la generación de energía por medio de celdas fotovoltaicas especializadas en el uso del material grafeno este último como estrategia aplica de mejor manera a las condiciones climáticas del edificio , el cual trae beneficios de eficiencia y durabilidad en el tiempo de uso, así mismo en la reducción de costos en prefactibilidad e impacto ambiental.

En la implementación de las estrategias se contempla a partir de los 9 metros en altura garantizando que elementos externos como su contexto urbano, árboles o elementos estáticos de gran elevación que lo puedan obstruir no afecte el rendimiento de estas y ocasionen daños a terceros.

La importancia de la justificación busca mediante la implementación de estrategias pasivas y activas reducir el impacto económico, al ser capaz de conseguir su propia energía y no depender totalmente de la red eléctrica presente, las cuales pueden que reduzcan las afectaciones a los usuarios en los niveles económicos, en sus bienes inmuebles, en sus espacios de trabajo y/o estudio.

Como propuesta a la problemática energética que se evidencia llega como posible solución sostenible para la obtención de energía limpia y estrategias para reducir los costos, valorar los elementos existentes de consumo energético por medio de análisis de posible intercambio por otros elementos de menor consumo con la finalidad de aumentar el ahorro en la edificación, la búsqueda de confort en los espacios y la generación de energía a través de programas de simulación.

El propósito con esto es cambiar la energía no renovable por energía limpia del panel solar, haciendo que esta sea sostenible en aspectos económicos para mejorar la calidad del servicio y funcionamiento del edificio.

Bajo esa premisa se profundiza en la intervención arquitectónica con sistema de generación energética para el edificio Palmetto los cuales deberán cumplir con una serie de metas ~~negativas~~ para corroborar su incidencia positiva o no en el ahorro del consumo; a continuación, se plasma el procedimiento para determinar las variables de investigación y la metodología.

Identificación de la incidencia solar sobre las fachadas de la edificación con la finalidad de saber

cuál de las cuatro fachadas y cubiertas soporta mayor irradiación solar durante el periodo de doce meses como paneo holístico. Para este proceso se utilizó los programas de simulación Insigth, Revit y la comisión europea del sistema de informaciónfotovoltaica por región geográfica.

Figura 3

Programas de simulación

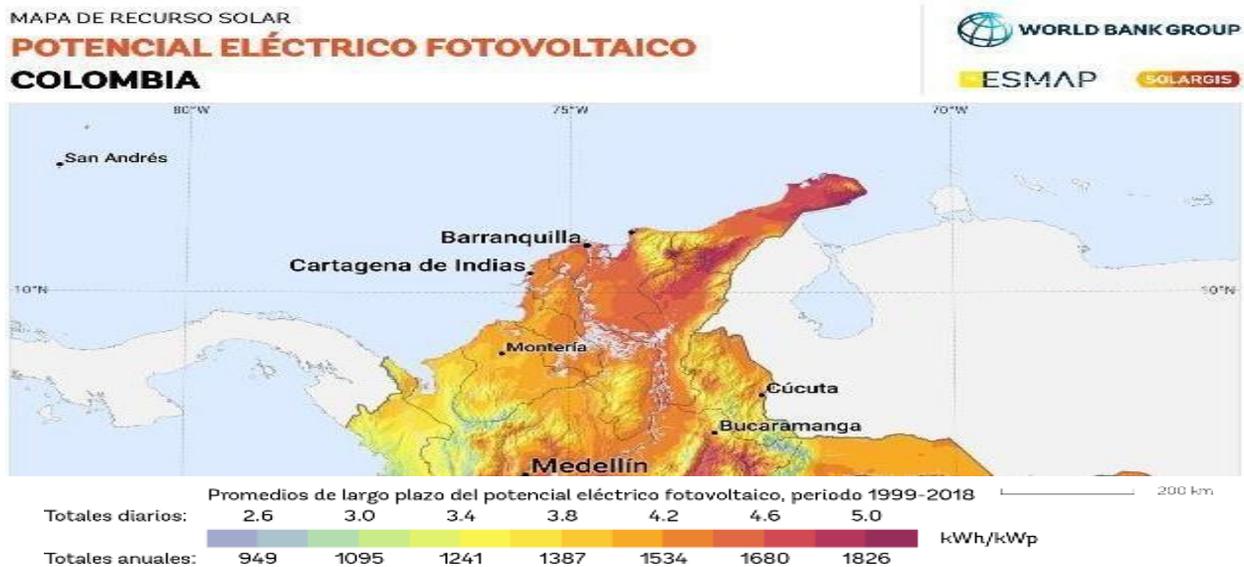


Nota: Programas de simulación de radiación solar. Elaboración propia.

- Desarrollado el paneo, los resultados obtenidos concluyen que la fachada Oeste, la fachada Sur y cubierta son las zonas del edificio con mayor incidencia solar en un periodode tiempo promedio de 6.5 horas al día de manera constante en el caso de la cubierta tiene en promedio 8 horas en el día, favoreciendo el rendimiento de los paneles solares.

Figura 4

Radiación solar en norte del país



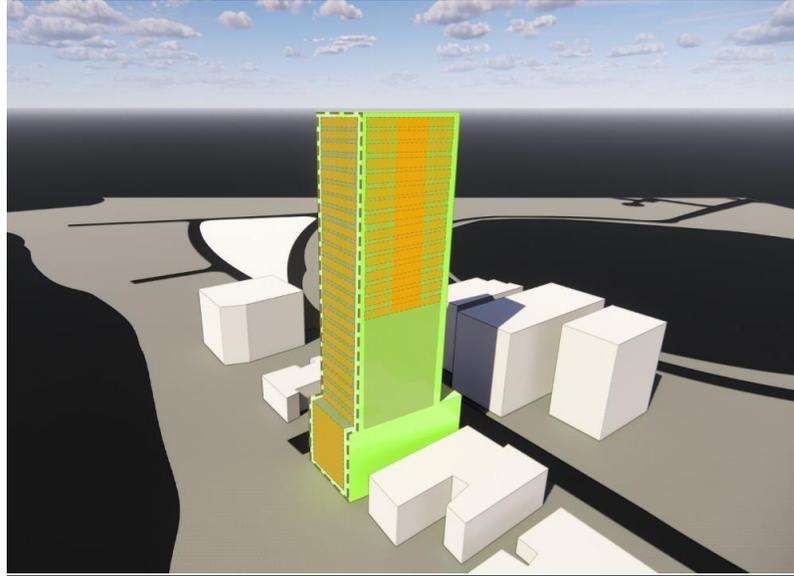
Nota: Grafico térmico a nivel nacional para el potencial fotovoltaico Adaptado de “Mapa del Potencial Eléctrico Fotovoltaico de Colombia” (2019)

(https://www.reddit.com/r/Colombia/comments/k9sj14/mapa_del_potencial_el%C3%A9ctrico_fotovoltaico_d
e/)

- Teniendo en cuenta las fachadas de mayor productividad y cubierta, se realiza el cálculo del área de estas para saber cuántos metros cuadrados son en su totalidad, posteriormente se identifica cuanto del área neta es aprovechable debido a que se contemplan zonas de iluminación, ventilación, zonas de contemplación como ventanas, accesos, puntos fijos etc. Todos estos elementos ya mencionados ocupan un porcentaje de área de la fachada ocubierta no utilizable, sabiendo esto queda por restar el área neta de la fachada menos el área no aplicable para saber la cantidad posible de los paneles a instalar.

Figura 5

Propuesta para distribución de panel solar



Nota: Simulación de proyecto de ubicación posible de estrategia de generación de energía Elaboración propia

Hipótesis

Es posible disminuir el consumo energético para el caso de estudio del edificio Palmetto generando como solución tentativa la implementación de estrategias de mejoramiento en los aislamientos de fachada, el confort térmico, lumínico, la implementación de elementos de mejor desempeño y la generación de energía.

Pregunta de Investigación

¿Qué estrategias arquitectónicas y tecnológicas son viables para el ahorro energético y la implementación de estas en el edificio Palmetto?

Objetivos

Objetivo General

- Generar una propuesta de eficiencia energética para el edificio turístico Palmetto, por medio de estrategias arquitectónicas pasivas y activas teniendo en cuenta el diseño específico de este, a través de programas de simulación.

Objetivos Específicos

- Comprobar los elementos existentes de consumo energético por medio de un análisis de posible intercambio, siendo el caso por otros elementos de menor consumo con la finalidad de aumentar el ahorro en la edificación.
- Buscar la mejora de sostenibilidad energética del edificio mediante el uso de estrategias arquitectónicas para el confort de los espacios.
- Valorar la factibilidad tecnológica basados en simulaciones de captación energética y térmica en los espacios internos y en las fachadas.
- Evaluar el impacto de las estrategias de confort térmico, lumínico y ventilación.
- Comparar el consumo energético del edificio antes y después de implementar las estrategias arquitectónicas para saber el retorno económico que se obtiene.

Preselección del lugar

El lugar de intervención propuesto es el edificio Palmetto Shuntes del barrio laguito de la ciudad de Cartagena de indias, Colombia. este barrio es uno de los sectores más turísticos por estar próximo al mar caribe y contar con un lago, del cual se le adjudicó el nombre al barrio, este barrio en su mayoría está conformado por hoteles, restaurantes de prestigio y viviendas de mayor altura

Este barrio colinda con los barrios de castillo grande, Boca grande, en una parte mínima con la zona centro

Figura 6

Localización grafica del lugar de investigación



Nota: plano de localización del caso de estudio Elaboración propia

Línea de investigación hábitat tecnológico y construcción

Construcción en el cual se pretende de manera ecológica resolver un problema de gran magnitud resolviéndolo al utilizar energía renovable de la radiación solar.

Marco conceptual

Teorías generales

Consultando diferentes estudios y análisis respecto a los conceptos de panel solar y su aplicación en edificios contextualizados en la zona atlántica (Cartagena-Barranquilla-Santa Marta), encontramos los siguientes autores

Jorge Hernán Salazar Trujillo, 2011. De la Universidad Nacional de Colombia en su tesis de **“Mínimo Óptimo de Ganancia Solar por Fachadas Sistema de Doble Piel en un Edificio de Laboratorios en Barranquilla, Colombia”**

Expone un análisis para “minimizar las cargas térmicas por radiación solar directa en un edificio mediante la correcta distribución de paneles prefabricados, aplicando la técnica de la Optimización de Control Solar y manteniendo constante el número de paneles” (p. 1).

La fachada que se propuso para el edificio desde la etapa de concurso consistió en un sistema de doble piel con unos pasillos técnicos perimetrales en cada nivel y un recubrimiento interior vidriado. La piel exterior consiste en un conjunto de paneles de diversos materiales: soportes para vegetación, persianas de concreto con dos diseños diferentes, vidrio opaco y espacios ~~v~~ (p. 2).

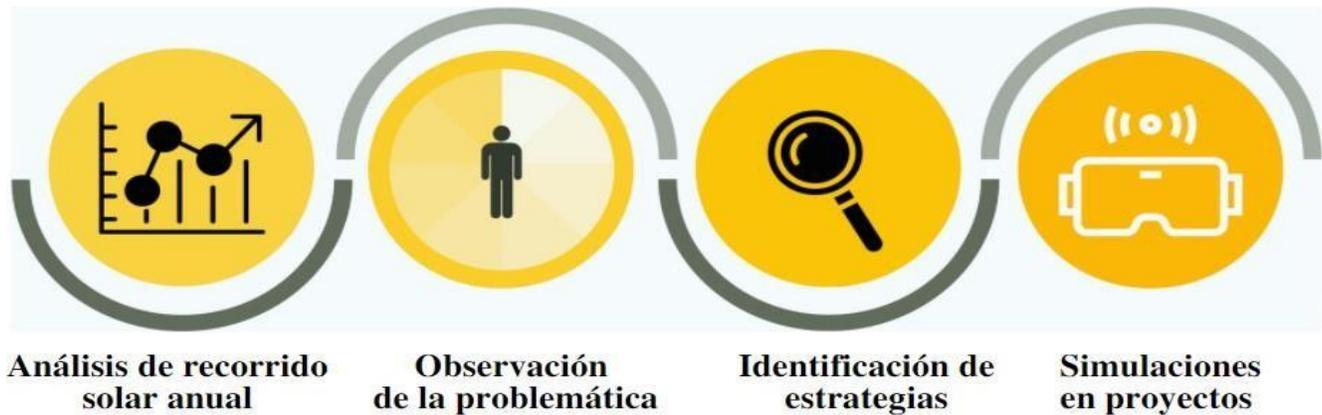
Concepto arquitectónico: “Entender la fachada no como un elemento único, sino como la agrupación eficiente de elementos, permitió aplicar estrategias bioclimáticas particularizadas para cada orientación con un lenguaje común” (p. 8).

Metodología

La metodología utilizada es de tipo cuantitativo para ello se aplicó las siguientes herramientas cuantitativas para la obtención de los datos:

Figura 7

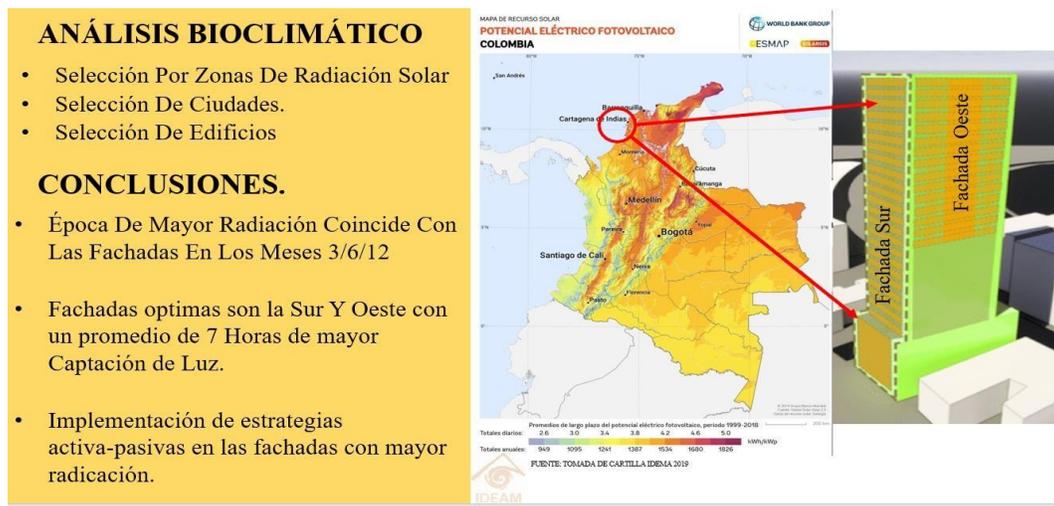
Herramientas de Investigación



Nota: metodología de proceso de investigación Elaboración propia

Figura 8

Información climática



Nota: Gráficos de conclusiones del análisis bioclimático Adaptado de “Mapa del Potencial Eléctrico Fotovoltaico de Colombia” (2019)
 (https://www.reddit.com/r/Colombia/comments/k9sj14/mapa_del_potencial_el%C3%A9ctrico_fotovoltaico_d)

Figura 9

Propuestas arquitectónicas

ESTRATEGIAS



Nota: Proceso de estrategias a implementar Elaboración propia

Figura 10

Análisis de elementos existentes



- 1 Bombillas por luz led.
- 2 Ventiladores antiguos por ventiladores economizadores.
- 3 Cambiar el sistema de aire acondicionado.
- 4 Mejoramiento del consumo de ascensores.

REEMPLAZO DE ELEMENTOS DE ALTO CONSUMO



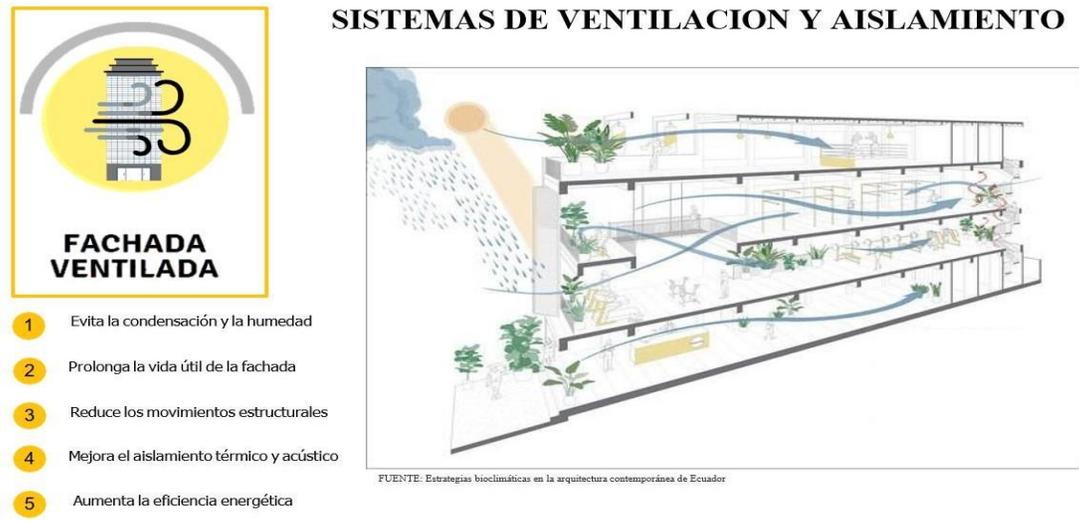
APARTAMENTO 1
 • 98,55 m2 (1060 pies cuadrados)

FUENTE: <http://arecartaena.com/properties/bahmeto-sunset/>

Nota: Aplicación de estrategia de ahorro energético en una tipología Elaboración propia

Figura 11

Esquema de Flujo de aire



Nota: Aplicación de la estrategia de Fachada ventilada en el caso de estudio (2021). Adaptado de “Estrategias bioclimáticas en la arquitectura contemporánea de Ecuador” por Archi daily. (2021).

(<https://www.archdaily.co/co/956276/estrategias-bioclimaticas-en-la-arquitectura-contemporanea-de-ecuador>)

Figura 12

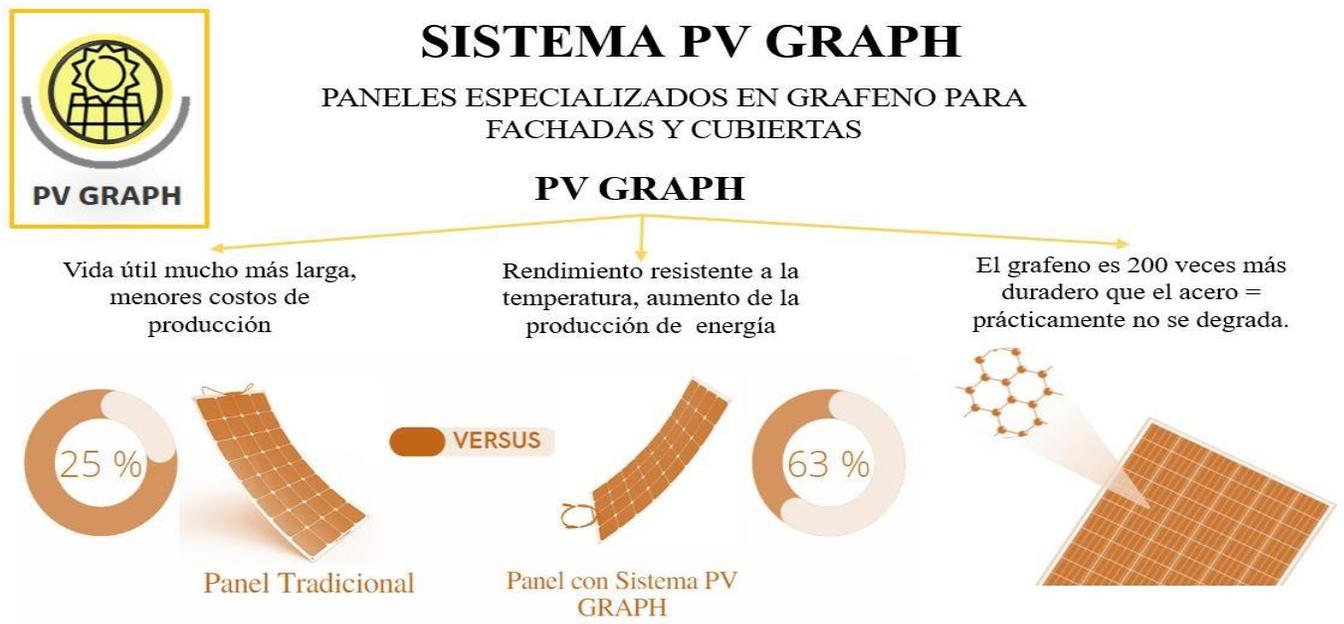
Estrategia Pasiva



Nota: Aplicación de estrategia de protector térmico en los vidrios del proyecto Elaboración propia.

Figura 13

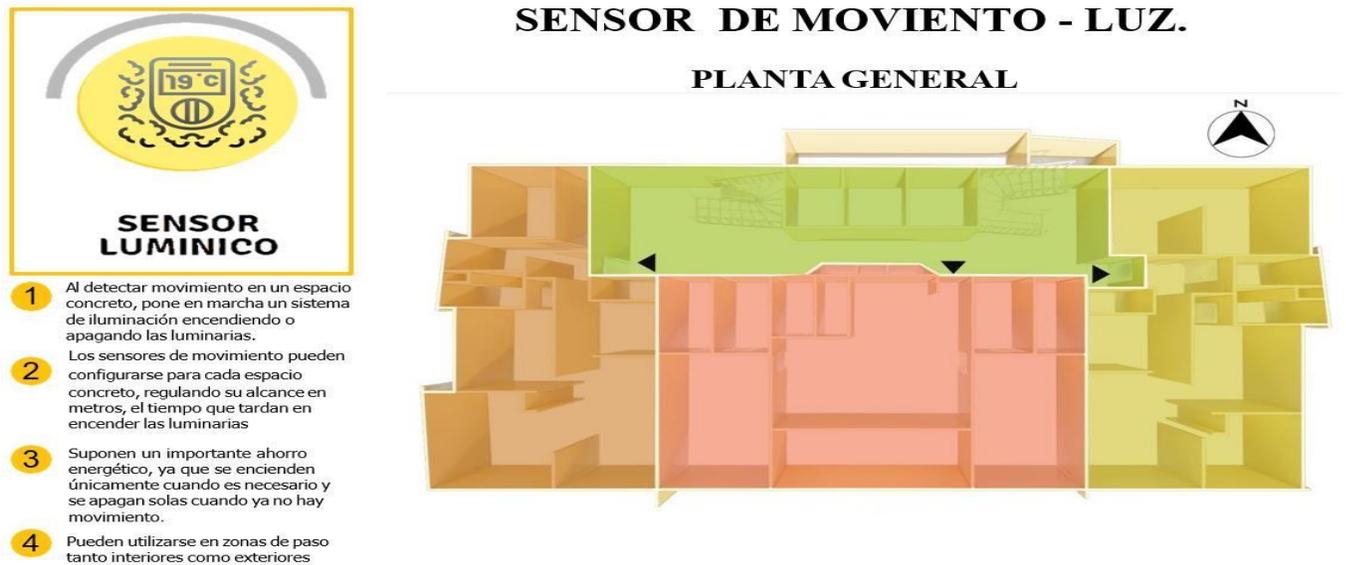
Rendimiento de Panel solar



Nota: Esquema de características del sistema Pv Graph Elaboración propia.

Figura 14

Estrategia Activa



Nota: Aplicación de estrategia de sensor lumínico en espacios de transición Elaboración propia.

Trabajo de campo

Introducción

La investigación parte en dos segmentos, en un primer momento es el recaudo de información a la comunidad, hoteles y el comercio por medio de una encuesta con el objetivo de formalizar un diagnóstico general del servicio eléctrico de la zona y como este afecta directa o indirectamente. En un segundo momento se realiza el recorrido por el Edificio turístico Palmetto Sunset siendo el caso de estudio, siendo apoyados por Administración y el encargado de mantenimiento para obtener un registro fotográfico, un listado de elementos domóticos para el

confort térmico en espacios semipúblicos y privados, la evidencia real del consumo energético mensual y la medición de los espacios a intervenir.

Metodología

Para el trabajo de campo se utilizó la herramienta de encuesta presentando preguntas de satisfacción, abiertas, cerradas y espacios para comentarios diseñadas para brindar información que requiere el proyecto de investigación y elementos no provistos de análisis. En otro espacio del trabajo de campo se presentó el recorrido por el edificio con el objetivo de enlistar los elementos de consumo energético, la búsqueda del consumo del mes en el recibo de la luz y toma de medida de antepechos.

Figura 15

Contexto urbano del edificio Palmetto



Nota: Fotografía del edificio Palmetto Sunset. Elaboración propia.

Diagnóstico análisis y Discusión de Resultados

Resultados de las Encuestas

- En la investigación se encuentra ubicado en un sector económico privado donde la predominancia son los edificios turísticos que prestan sus apartamentos al servicio a los visitantes.
- La empresa Afinia cuida de los sectores privados siendo los hoteles y los edificios turísticos los más beneficiados en sus servicios y atención al cliente en los sectores de Boca grande y el Laguito.
- La empresa Afinia presenta en sus cobros un patrón de incremento, independiente si se consumió la cantidad de energía o no, sobre esto los encuestados expresan que es por la posible deuda que se tiene con la empresa Electricaribe cuando presto sus servicios.
- De acuerdo con las encuestas muchos dueños de comercios pequeños, hoteles y edificios turísticos están dispuestos a optar e invertir de manera financiada en energía solar y no depender directamente con la empresa.
- En el comercio independiente o pequeño en el mismo sector son los más afectados en varios aspectos, en el caso de daño a inmueble los electrodomésticos son los más afectados seguido por el alza de los precios en los recibos de la luz, daño a insumos alimenticios, fármacos, servicios de comunicación y una infraestructura poco transformada.

Figura 16

Altura de vecinos



Nota: Contexto Urbano próximo al caso de estudio. Elaboración propia.

Resultado del recorrido del Edificio turístico Palmetto Sunset

- En el caso de estudio el edificio Palmetto Sunset presenta elementos domóticos modernos como bien se demuestra en la siguiente tabla 2.

Tabla 2

elementos existentes de consumo eléctrico y su estado actual

	Elementos Existentes	Condición de los elementos	Recomendación	Elementos faltantes
Lobby	Red de seguridad audiovisual Extractor de aire Luminarias Ascensor Piscina Cuarto administrativo Sensor de movimiento	Aspectos generales bueno Moderno	Mantener si es el caso durante el día los espacios ventilados con puertas y ventanas abiertas	ninguno

Parqueaderos	Luces Ascensor Sensores de movimiento Extractor de aire	Aspectos generales bueno Moderno	Hacer horarios de uso de los parqueaderos para no saturar la ocupación	Ninguno
Gimnasio	Aire acondicionado Luces Máquinas de ejercicio	Aspectos generales bueno	Si es posible utilizar máquinas que generen energía Mejorar el cerramiento para el uso del hvac	Ninguno
Zona Social	Luces Sensor de movimiento	Aspectos generales bueno	Mantener si es el caso durante el día los espacios ventilados con puertas y ventanas abiertas	Ninguno
Pasillos	Sensor de movimiento Red contra incendios Luces Cuarto de aseo Gabinete eléctrico	Luces por mejorar Elementos modernos Aspectos generales bueno	Cambio regular de bombillos ahorradores. Mejorar la iluminación durante el día de manera pasiva	Ninguno
Ascensor	Completo	Moderno Aspecto bueno	Mantenimiento regular Ajustar la potencia a una menor	Ninguno
Apartamentos	Aire acondicionado	Moderno Bajo consumo Aspecto bueno	Usar app que midan el consumo y la duración de trabajo innecesario.	Ninguno
	Nevera	Moderno Bajo consumo Aspecto bueno	Modificar la capacidad de enfriar y evitar usar hielo reduce un 30 % el consumo.	Ninguno
	Televisor	Moderno Bajo consumo	Activar el modo de ahorro de energía. Programación de apagado nocturno	Ninguno

		Aspecto bueno		
	Lavadora	Moderno Bajo consumo Aspecto bueno	Hacer mantenimiento periódico Usar la función Eco	Ninguno
	Secadora de ropa	Moderno Bajo consumo Aspecto bueno	No ocupar al máximo la capacidad de para secar la ropa	Ninguno

Nota: Tabla con los elementos existentes de consumo eléctrico y su estado actual. Elaboración propia

- Cuenta con cinco niveles de parqueo, piscinas en primer piso y en la planta superior y a nivel de equipos de confort térmico se encuentra aire acondicionado en los siguientes espacios: Habitaciones, cocina, baños y sala comedor estos varían en su cantidad teniendo las diferentes tipologías de los apartamentos conteniendo pent-house y unificación de apartamentos.
- El edificio en sus fachadas lateral derecha y norte presentan lesiones derivadas por la salinidad del ambiente de un tono rojizo opaco afectando la estética de este.
- En un caso particular en el espacio de ingreso, el lobby cuenta en su techo con un extractor de aire de cuatro salidas el cual está provocando una condensación de agua cercano a este, la cual cae sobre el escritorio en la recepción.

Figura 17

Estado del edificio y zonas comunes



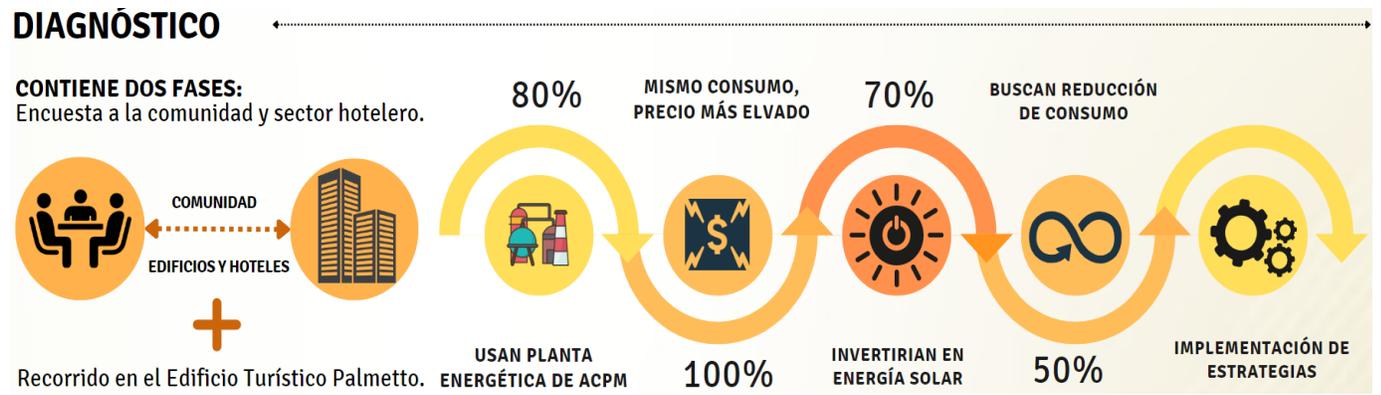
Nota: Fotografía de la fachada Oeste del caso de estudio Elaboración propia

Conclusiones

- Afinia como empresa da mejor servicio y soporte técnico a los sectores Hoteleros y a privados siendo quienes consumen más energía.
- La gran mayoría de hoteles y edificios turísticos cuentan con una planta energética de Acpm como respaldo cuando el servicio de la luz es ausente.
- Golpea fuertemente el sector económico independiente y hotelero siendo el sector gastronómico, fármaco y comunicaciones los más afectados con las alzas de cobro en los recibos de la luz.
- Sigue el descontento por las empresas prestadoras del servicio eléctrico y no demuestran una mejora.
- Es viable para los hoteles y sectores económicos independientes, invertir en energía renovables como la solar con un incentivo mayor si el método de pago es financiado.
- El edificio Palmetto cuenta con elementos domóticos modernos y en muchos de los casos con elementos de bajo consumo.
- La administración del edificio como estrategia para reducir el consumo opta por usar todos los elementos domóticos posibles en las horas de la tarde y noche.
- En las fachadas se encuentran lesiones debidas al medio ambiente salino en que se encuentra.
- Es posible la implementación de estrategias de generación de energía en las fachadas limpias y elementos como antepechos.

Figura 18

Recopilación del barrio laguito y del caso de estudio



Nota: Esquemas de conclusión de trabajo de campo Elaboración propia

Propuestas Arquitectónicas

Argumentación

Las propuestas generadas surgen después de realizar un diagnóstico en las instalaciones revisando los componentes domóticos, el consumo mensual y pago por el servicio, la búsqueda de un respaldo energético sin el uso de combustibles y mejorar las condiciones actuales de sostenibilidad económica teniendo en cuenta los factores de confort térmico y estética. Las estrategias más acertadas para cumplir estos objetivos se clasifican en dos conceptos arquitectónicos que son de tipo activas y pasivas.

- Las estrategias arquitectónicas pasivas se caracterizan por acondicionarse a su contexto climático buscando el confort térmico sin el uso del consumo energético externo.

- Las estrategias arquitectónicas activas también buscan el confort térmico usando elementos externos que si requieren energía sea solar, exotérmica, combustibles entre otras.

Para nuestro caso de estudio fomentamos el uso de estrategias pasivas y el mejoramiento de estrategias activas existentes y como propuesta arquitectónica y tecnológica la generación de energía de origen renovable la cual contempla de manera directa el concepto activo y manera indirecta una pasiva acompañada por una segunda fachada ventilada.

Ahorro Energético para Sistema HVAC

Estrategia de tipo pasiva que cumple con la función de evidenciar el consumo de los elementos del sistema de HVAC mediante de una aplicación y metodología de uso. Un sistema HVAC centra como objetivo el confort térmico de los espacios y para ello requiere de elementos que se alimentan de electricidad, siendo precisos sus las siglas se refieren en español a calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Con este concepto más claro, se aplica al caso de estudio con la metodología de análisis y revisión de filtros, salidas de escapes aire, conductos, acondicionados, ventiladores, elementos eléctricos entre otros.

Como resolución se propone el uso de la aplicación móvil que permite el uso, control y cantidad de consumo que realiza cualquier elemento del sistema de modo remoto Como bien menciona en su página de:

Según lo señalado por HMS Networks (s.f.), bajo su marca Intesis, dispone de una serie de productos, como la solución AC Cloud Control, que pueden ayudar a obtener un ahorro energético del 30%, pudiendo llegar hasta al 45% en algunos

casos, al tiempo que facilitan el cumplimiento de las normativas vigentes sobre eficiencia energética en edificios (como se cita en Casa domo, 2022, párr. 1).

Ficha técnica

Las siguientes características son suministradas por Manualslib (s.f.). Intesis by HMS

Networks

- Fácil configuración Wifi utilizando la aplicación nativa de Android e iOS.
- b/g/n Estándares Wifi-soportados a 2,4 GHz.
- Instalación rápida y sencilla (enchufe y configure el Wifi).
- No se requiere energía externa.
- Control simultáneo de la unidad de CA por el mando a distancia del fabricante y por AC Cloud Control a través de la aplicación y la web.
- Aplicación nativa para-Android e iOS.
- Panel de control basado en la web. (p. 1).

Zona de implementación

Para este apartado se aplicará esta metodología en todos los dispositivos de tipo Aire acondicionado, elemento existente con mayor presidencia de consumo por espacio como bien se expresa en la tabla 3.

Tabla 3

Implementación de Hvac

Tipología	Número de Pisos	Cantidad de espacios	Cantidad de aire acondicionado	total

Apartamentos	33	4	2	264
Pent-house	5	1	4	20
Gimnasio	1	1	2	2
				286

Nota: simplificación de cálculos para la implementación de HVAC. Elaboración propia

Detalles técnicos

Intesis Home (s.f.)

1. Desconecte el sistema de Aire Acondicionado (AC) de la alimentación.
2. Acceda a la Placa Electrónica Principal.
3. Localice el conector indicado en la hoja Installation Sketch.
4. Seleccione una localización para el dispositivo.
5. Conecte el extremo A (el extreme largo) del cable suministrado al conector de la unidad de Aire Acondicionado y el extremo B (el extreme corto) en el conector AC de nuestro dispositivo.
6. Cierre la unidad de Aire Acondicionado.
7. Conecte el AC a la alimentación. Si la conexión con el Aire Acondicionado has sido exitosa, el LED del dispositivo empezará a parpadear en verde y posteriormente cambiará a verde fijo (p. 7).

Película Nano cerámica.

Estrategia de tipo pasiva cuya función es otorgar confort térmico al disminuir la incidencia solar en los espacios, mejorar la protección de los rayos Uv, bajar o aislar la transmisión de calor entre un 25% a 75% y continuar con el confort visual existentes para los

usuarios, resultando en un ahorro económico. Para este caso se usó el material comercializado por la empresa Spectra American Windows Film en su línea Cerámica “Perfection” con los siguientes beneficios mencionados por estos:

- Control solar: rechazo de rayos ultravioleta, infra rojo y rechazo de calor
- Estética limpia sin crear un contraste con lo existente
- Baja reflectividad de la luz
- No genera interferencia con dispositivos domóticos y móviles que requieran señal
- Vida útil de gran duración (de por vida)

Ficha técnica

En la siguiente ficha técnica encontrará las propiedades y características.

Tabla 4

Propiedades de película nano cerámica

% Transmisión de luz Visible (VLT)	69
% Transmisión Solar Total	39
% Reflejo Solar Total	19
Absorción Solar Total	42
% Reflejo de Luz Visible INT/EXT	12/12
Invierno U-Value	1.05
% Rechazo de Rayos UV	99
% Reducción de Deslumbramiento	23
Coefficiente de Sombra	0.68
Coefficiente de Ganancia de Calor	0.62
% Rechazo de Rayos IR @980nm	99
% Total de Energía Solar Rechazada	42

Nota. La tabla representa las propiedades de la película nano cerámica. Tomado de “Perfection 7099” por Spectra american window film, (s.f.). (<https://spectrapolarizados.com/producto/perfection-7099/>)

Zona de aplicación

Se implementó en la ventanearía y puertas corredizas con panel de vidrio en la fachada sur debido a su orientación y su enfrentamiento con la incidencia solar constante, desde el piso 9 hasta el piso 41 en los espacios de habitación principal, sala, comedor de las distintas tipologías de apartamentos y el gimnasio del edificio. Por consiguiente, se realizó el cálculo de área a intervenir por tipología (apartamentos, pent-house y gimnasio), conociendo la cantidad de elementos a recubrir con la película de nano cerámica. Los cuales se ven reflejados en la siguiente tabla 5.

Tabla 5

Calculo implementación película nano cerámica

Tipología	Número de pisos	Cantidad de elementos a recubrir.		Área ventanas	Área puertas corredizas	Área Parcial	Área total
Apartamentos	33	Ventanas balcones	Puertas corredizas	1.15 mts2	8.19 mts2	A. V 248.4	1.133 mts2
		216	108			A. P 884.52	
Pent-house	5	Ventanas balcones	Puertas corredizas	1.15 mts2	8.19 mts2	A. V 46	210 mts2
		40	20			A. P 163.8	
Gimnasio	1	Ventanas	Puertas	13 mts2	8.19 mts2	A. V 52	68 mts2

		4	2			A. P 16.38	
--	--	---	---	--	--	---------------	--

Nota: simplificación de cálculos para la implementación de la película nano cerámica. Elaboración propia.

Detalles técnicos

A continuación, se enlista las herramientas y el proceso explicativo de cómo instalar la estrategia en el vidrio y puertas corredizas del edificio.

Herramientas

- Scrapper curvo ergonómico
- Scrapper mini
- Scrapper unger
- Retractable cuchilla scrapper
- Cuchilla triumph de acero
- Cuchillas Scrapper
- espátula transparente 3 puntas
- Conquistador
- Espátula de teflón gold
- espátula de teflón
- espátula tipo recta
- espátula azul 3m
- espátula dorada 3m
- espátula de felpa 3m
- espátula tipo Bull dozer

- Blumax Ángulo diagonal
- Blumax Ángulo recto
- Blade blue máx.
- Lima de puntos blanca
- Lima de puntos azul
- Tubo squeegee 15 cm
- Mango unger americano
- Soporte guía de acero MT108-6ch
- Soporte guía de acero MT108-10ch
- Soporte guía de acero Mt108-12ch
- Goma negra Unger Mt108-12b
- Jardinera Poly espray 2
- Espray máster
- Espray bottle
- Cabezal de potencia sprayer
- Sensores Sp1065 Solar power meter
- Sensores AE 1601 ETEKT+Low E-detector
- Uv1265 UV transmisión meter
- Ls 160^a transmisión meter
- SD2400 spectrum detective
- Ls 160 transmisión meter
- LS163 transmisión meter
- Mega kit

- HS2050 heat-sheet
- Non-contact infrared thermometer
- Uv lamp
- Infrared heat lamp
- Bisturí punto rojo
- Herramental

Paso a paso instalación

Gila Window Film (2020)

1. Limpiar el cristal. Se rocía el vidrio con un limpia cristales seguido se usa una hoja para retirar el material y quitar suciedades, nueva mente se rocía el cristal abundante y se limpia con una espátula o tarjeta amarilla superponiendo los trazos a continuación se limpia con un paño sin pelusa.
2. Medir y cortar: se mide la ventana o puerta corrediza de manera horizontal y vertical dejando dos centímetros de excedentes para dejar un mejor resultado. Se desenrolla la película en una superficie llana dejando la cara exterior viendo hacia arriba, continuación se procede a realizar las marcas y cortar el material con un bisturí o tijera.
3. Retirar el papel de Protección: Fijar el material cortado de los externos con cinta adhesiva a la superficie de trabajo para después separar la capa de seguridad con otro trozo de cinta.
4. Rociar y aplicar: Rociar el área del cristal con la solución acuosa para la aplicación de la película, con la cara expuesta del material, rociar abundantemente con la solución después manipular de los extremos superiores de la película y sobre poner la cara húmeda con la superficie del cristal para unificar. En el momento de empalme unir

los extremos con las esquinas de los marcos y un borde con un lateral del cristal para facilitar esta tarea y por último rociar la otra cara de la película para humedecer y facilitar su ubicación.

5. Eliminar Burbujas: Buscar las burbujas, arrugas e imperfectos y con la espátula o elementos llanos y sin filo pasar suavemente un barrido de forma homogénea para retirar estos elementos. Con una espátula de goma pase de manera vertical en sentido superior a inferior con presión moderada y con el paño limpiar la solución sobrante.

6. Recortar los bordes: Antes de recortar pliegue bien los bordes y esquinas de las películas contra el marco luego con la cuchilla plana hacer el recorte de manera sostenida por tramos horizontales y luego verticales.

7. Sellar y secar: Con el material adherido y cortado sobre el cristal es momento de sellarlo para esto se aplica nuevamente en la cara exterior la solución adhesiva de manera abundante, con la espátula de goma pase nuevamente de manera vertical y luego horizontal con presión constante y moderada. Para finalizar usar una espátula delgada y un paño para dejar los bordes bien adheridos y con los acabados en excelentes condiciones (min. 0:35).

Fachada ventilada

Estrategia de tipo pasiva que interviene en las fachadas con la finalidad de controlar la velocidad del viento, mejorar el confort de espacios internos y externos, aportar dinamismo en diseño arquitectónico y una proyección de sombras en las superficies con mayor exposición de radiación solar continua.

Se determino el uso de celosía con diseño de perforaciones graduales tematizado en zonas costeras, los cuales aumentan o disminuyen su diámetro dependiendo de la altura y la velocidad que se requiera regular. Estas perforaciones están ubicadas a una distancia de las aristas del panel estructural con la finalidad de no debilitar su anclaje y su resistencia al viento, así mismo de ampliar el área de obstrucción de luz directa sobre la zona de intervención.

Esta celosía constituida de PVC acompañada de los elementos estructurales llamados pie de amigos en acero inoxidable son capaces de responder a las condiciones de salinidad, radicación y precipitación de la zona costera (Cartagena ciudad).

Ficha técnica

A continuación, se presenta las características de los paneles de celosía en el material PVC y la estructura que necesita para soportarlo.

Según la empresa OutDoor design (ODD, 2023, p.1). “Tubulares especificaciones técnicas” [manuscrito no publicado]. Las características que posee la celosía en PVC como se muestra en la siguiente figura 19.

Figura 19*Características de Celosía en PVC*

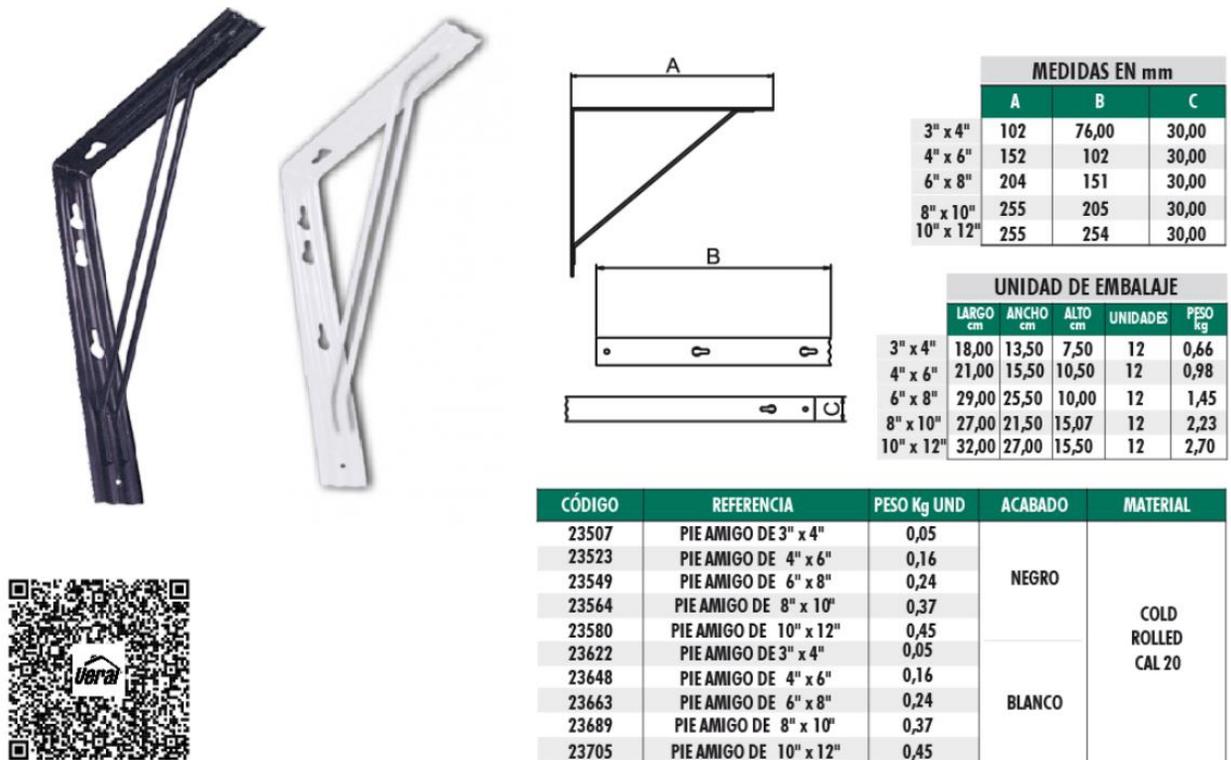
Nota. Características del Producto de Celosía en PVC. Tomado de “Tubulares especificaciones técnicas” [manuscrito no publicado] por de la empresa OutDoor design (2023, p.1).

Para la estructura se usa el elemento en acero inoxidable de tipo Pie de amigo reforzado con las siguientes características mencionadas por la empresa Dyna & Cía S.A. (s.f.). Pie Amigo Reforzado Blanco Calibre 20 De 10X12Pg como también se observa en figura 20.

<https://www.dyna.com.co/public/producto/23705/pie-amigo-blanco-10x12pg-vera/C12>

Figura 20

Ficha técnica Pie de amigo



Nota. Características y referencias de Pie de amigo en sus diferentes series y presentaciones. Tomado de “Pie Amigo Reforzado Blanco Calibre 20 De 10X12Pg”, (s.f.), (<https://www.dyna.com.co/public/producto/23705/pie-amigo-blanco-10x12pg-vera/C12>)

Zona de aplicación

Las celosías se instalaron desde el piso 18 hasta el piso 42 en la fachada Norte ubicado sobre el muro de la habitación con vista al mar dejando una distancia entre la celosía y el balcón de 80 cm como se evidencia en la figura 21.

Figura 21

Celosías fachada norte

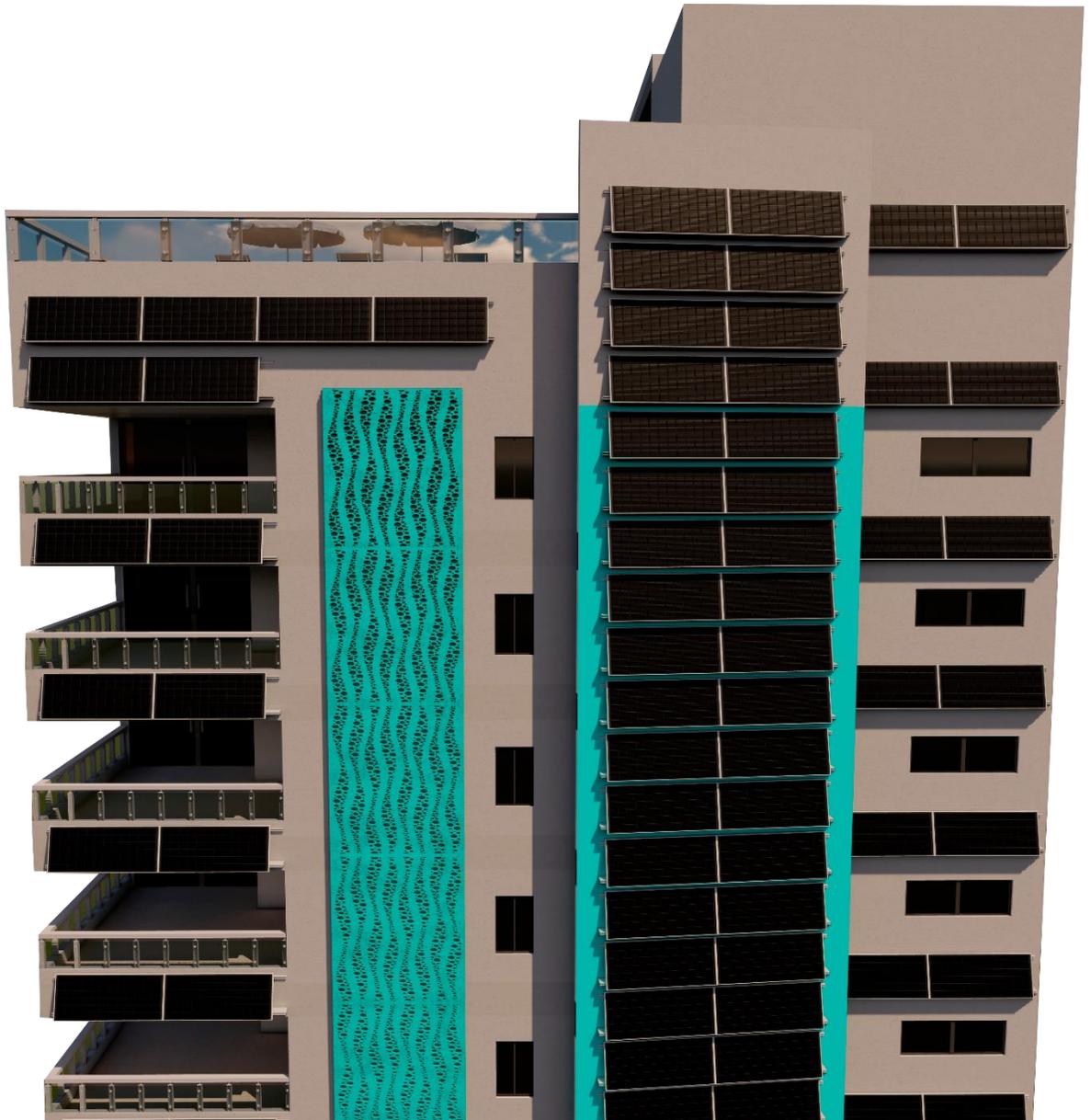


Nota. ubicación de la celosía en la fachada norte. Elaboración Propia

En la fachada Sur Oeste se implementaron desde el piso 27 hasta la planta de terraza ubicados sobre el muro de la habitación con vista al mar dejando la misma distancia ya mencionada como se aprecia en la figura 22.

Figura 22

Celosía fachada Sur oeste



Nota. Ubicación de celosías en fachada Sur Oeste. Elaboración Propia.

Las cantidades de paneles de celosías por fachadas se demuestran en la siguiente tabla 6.

Tabla 6

Cantidad paneles celosía en fachadas

Fachada	Cantidad unitaria (4 x 2.50 metros)	Total
Fachada Norte	25	41
Fachada Sur Oeste	16	

Nota. Cantidad paneles en las fachadas que se necesitan. Elaboración propia

Detalles técnicos

Para la modulación y dimensiones de los paneles de las celosías se contempló el uso de zonas libres en fachada de fácil anclaje considerando los elementos existentes como los balcones y la ventanearía de los apartamentos dejando una distancia entre los elementos, estas variables determinaron las dimensiones de 4 metros de altura por 2.50 metros de ancho instalándose en una consecución vertical.

Como estructura de un solo panel o elemento se emplea el uso de cuatro piezas de tipo pie de amigo reforzados en aceros inoxidable situados en las esquinas inferiores y superiores los cuales se anclan al muro.

Para el sistema de varios módulos se instalan dos ángulos en las esquinas inferiores del primer panel "A" y se usan las otras dos piezas como anclaje en las esquinas superiores del mismo modulo.

Las piezas superiores del panel “A” se comparten para la colocación del panel “B” o del siguiente con la función de soporte y unión entre los paneles, ya por último se instalan las dos piezas restantes de anclaje como se realizó en el panel “A” y estas últimas se utilizarán como soporte de un panel “C”. Este proceso se repite con los demás paneles de celosía hasta conseguir la altura de intervención planteada para las dos fachadas.

Sensor lumínico

Estrategia de tipo activa, cuya función es detectar movimiento en un espacio concreto el cual pone en marcha un sistema de iluminación, encendiendo o apagando de las luminarias los cuales se pueden configurarse para cada espacio en concreto, regulando su alcance en metros, el tiempo que tardan en encender las luminarias y su intensidad. Suponen un importante ahorro energético, ya que se encienden únicamente cuando es necesario y se apagan solas cuando ya no hay movimiento. Pueden utilizarse en zonas de paso tanto interiores como exteriores.

En la aplicación de esta estrategia se implementó el uso de los sensores de Marca Ecolite (s.f.) en su modelo de venta EcoDIV40 con los siguientes beneficios:

- Bajo consume de energía y baja emisión de calor
- Mayor potencia lumínica
- Libre de elementos tóxicos como el mercurio y el plomo
- Diseño liviano y resistente a la corrosión
- No emite radiación infrarroja/ultravioleta (p. 1)

Ficha técnica

Tabla 7

Propiedades y detalles- sensor lumínico

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
 IRC 80Ra	 VIDA ÚTIL 30.000h	 GARANTÍA 2 AÑOS	
 AC 100-240V 50/60Hz Voltaje y Frecuencia	 120° Angulo de Apertura	 Epistar SMD 2835 Marca y Tipo de LED	 IP20 Uso Interior

MODELO	POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	TEMPERATURA DE COLOR
ECODLV1	1W	90Lm	● 6.500K ● 3.000K
ECODLV18	18W	1620Lm	● 6.500K ● 4.000K ● 3.000K
ECODLV24	24W	2160Lm	● 6.500K ● 4.000K ● 3.000K
ECODLV40	40W	3600Lm	● 6.500K ● 4.000K

Nota: Propiedades y detalles técnicos del sensor de movimiento, tomado de “ficha técnica” por Ecolite. (s.f.). (https://ecolite.com.co/wp-content/uploads/fichas-tecnicas/ficha_tecnica_balas_led_downlight.pdf)

Zona de aplicación

Se implemento en los techos y o muros en la zona de los balcones desde el piso 9 hasta el piso 42 ubicados en la fachada sur debido a sus diferentes tipologías (apartamentos, gimnasio, pent-house), el uso que se aplica en las noches y la seguridad que este ofrece. Por consiguiente, se realizó el cálculo para determinar la cantidad de elementos a implementar por cada espacio mencionado. Los cuales se ven reflejados en la siguiente tabla 8.

Tabla 8*Calculo de implementación sensor lumínico*

Tipología	Número de Pisos	Cantidad de espacios	Cantidad de sensores por espacio	total
Apartamentos	33	4	1	108
Pent-house	5	1	2	20
Gimnasio	1	1	2	2
				130

Nota: simplificación de cálculos para la implementación de los sensores de movimiento. Elaboración propia.

Detalles técnicos

A continuación, se enlista las herramientas y el proceso explicativo de cómo instalar la estrategia de sensores de movimientos.

Ecolite (s.f.)

Paso a Paso

1. La instalación y el mantenimiento deben ser realizados por personal calificado
2. Desconecte la energía eléctrica antes de hacer su instalación
3. Asegúrese de conectar en el voltaje indicado
4. Instale seguro y estable de forma empotrada
5. No utilizar con atenuadora (dimmer). (p. 2)

Generación de energía

Estrategia de tipo activa de forma directa y pasiva de forma indirecta. Se especializa en la captación de la energía proveniente del sol con el uso de paneles fotovoltaicos por medio de conducción energética se transforma en electricidad, estos paneles están caracterizados por el uso del material grafeno el cual le permite tener mejores características versus a los paneles tradicionales. Este elemento permite que su fabricación y vida útil sea más amplia sintetizándose en un ahorro en el precio final de venta.

En el concepto de tipo activa requiere un sistema de acción eléctrico para su funcionamiento y la distribución de la energía ganada bien sea en un sistema de almacenamiento de tipo batería o bien como es el caso pertinente él envió a red eléctrica del sector.

En el concepto de tipo pasiva de manera indirecta forma sobra y una barrera térmica sobre la fachada mejorando las condiciones de confort térmico en los espacios internos cercanos, el flujo del aire en sentido vertical favoreciendo su aplicación.

Para esta estrategia se uso el sistema PV Graph de la empresa ZN Shine en su line SP 144 de características físicas y dimensiones óptimas para el planteamiento en fachada

Ficha técnica

Zn shine solar (s.f.)

El panel solar especializado en grafeno cuentas con las siguientes características

- Tecnología de media celda la cual permite la ganancia de potencia de manera más estable por encima del 1.5% con referencia a los paneles convencionales, al disminuir el factor de relleno (espacio no aprovechable) denominado como modulo Rs.

- Alta eficiencia con el revestimiento de grafeno puede aumentar la eficiencia del módulo aumentando la transmisión de la luz.
- Anti-PID o (Degradación de Potencial Inducido), el módulo de serie SP144 tiene como tecnología garantizada que el PID en su producción esta mitigada mejorando su rendimiento y producción en masa. (p. 1)

Como bien se pueden observar en la tabla 9.

Tabla 9

Propiedades de panel solar

Module Type	ZXM7- SP144-520/M	ZXM7- SP144-525/M	ZXM7- SP144-530/M	ZXM7- SP144-535/M	ZXM7- SP144-540/M
Nominal Power Watt Pmax(W)	520	525	530	535	540
Power Output Tolerance Pmax(%)	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3
Maximum Power Voltage Vmp(V)	40.6	40.8	41.0	41.2	41.4
Maximum Power Current Imp(A)	12.82	12.88	12.94	13.00	13.05
Open Circuit Voltage Voc(V)	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7
Short Circuit Current Isc(A)	13.54	13.60	13.66	13.72	13.78
Module Efficiency (%)	20.34	20.54	20.74	20.93	21.13

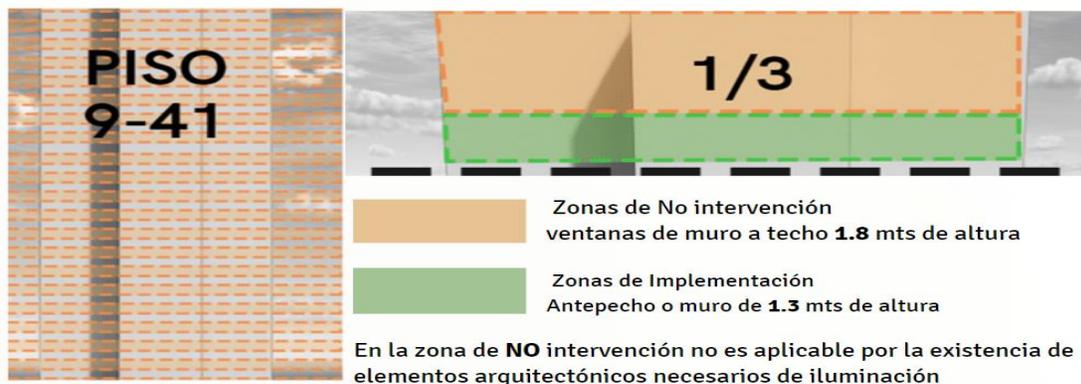
Nota. La tabla representa las propiedades del panel solar especializado en grafeno. Tomado de “ZXM8-TP120 Series” por Znshine solar, (2023). (<https://www.znshinesolar.com/ZXM-585-610W-SG210-EN-pd47260099.html>)

Zona de aplicación

Se implementó en la fachada sur oeste y sur este. En la fachada sur oeste se ubica sobre la placa de contrapiso y el antepecho en la zona de los balcones de los apartamentos y pent-house como bien se evidencia en la figura 23, debido a su orientación y su enfrentamiento con la incidencia solar constante, estos paneles se instalan desde el piso 9 hasta el piso 41 en los espacios.

Figura 23

Zona de intervención del edificio



Nota: Grafico explicativo de zona factible de implementación en la fachada Sur. Elaboración propia

En la fachada sur este se ubica sobre toda la fachada en la zona central (placa de contrapiso y muro) desde el piso 25 hasta el piso 42, cumpliendo con el análisis bioclimático y contexto urbano presente con miras a un futuro se eleve su infraestructura.

Teniendo en cuenta estas dinámicas se procede a realizar el cálculo por fachada, por área útil, por área de panel para determinar la cantidad de estos elementos a implementar como se denota en la siguiente tabla 10 y 11.

Tabla 10

Calculo de implementación panel solar - fachada sur Oeste

Fachada Sur Oeste	Número de pisos	Cantidad de tipología	Área útil por tipología	Área de panel	Cantidad de paneles por tipología	total
Apartamentos	33	4	57.34 mts ²	2.5 mts ²	4	488
Pent-house	5	1	19.8 mts ²	2.5 mts ²	4	40
Terraza	1	1	84.32 mts ²	2.25 mts ²	16	16
						544

Nota. simplificación de cálculos para la implementación de paneles en la fachada sur Oeste. Elaboración propia

Teniendo en cuenta las dimensiones del panel y el área neta para la implementación de los paneles se expresa de manera gráfica el resultado en la figura 24.

Figura 24

Cantidad de Panel



Nota. Cantidad de paneles a implementar en la fachada sur oeste. Elaboración propia

Tabla 11

Calculo de implementación panel solar - fachada sur Este

Fachada Sur Este	Número de pisos	Cantidad de tipología	Área útil por tipología	Área de panel	Cantidad de paneles por tipología	total
Apartamentos	16	4	19.89 mts ²	2.5 mts ²	5	85
Zona Muro central	16	1	247.2 mts ²	2.5 mts ²	5	85
Terraza	1	1	15.6 mts ²		9	9

				2.25		178
				mts2		

Nota. simplificación de cálculos para la implementación de paneles en la fachada sur Este. Elaboración propia

Teniendo en cuenta la cantidad de paneles por fachada haciendo la totalización arroja que son aplicables 772 paneles solares de tipo PV Graph.

Propuestas y su resultado de simulación

En este apartado se sometió a simulación las propuestas arquitectónicas previamente mencionadas con el objetivo de comprobar el impacto de estas en el proyecto y determinar si generan una mitigación en el consumo energético, por tal motivo se realiza una comparación del proyecto en condiciones actuales versus las soluciones.

Cabe mencionar que se aplicaron nuevos programas de simulación para aumentar el nivel de precisión en los resultados. Estos resultados si bien se podrían expresar de manera cuantitativa de tipo porcentual existen otros resultados que se demuestran de manera fáctica empleándose en términos de rendimiento ejemplo es ubicar si la propuesta aumento o no la calidad de confort térmico de los espacios en cuestión según sus resultados.

Propuesta de ahorro energético

En esta propuesta se identificó los elementos existentes, su estado de funcionamiento y si son de tecnología reciente.

Resultados de simulación (Ahorro energético)

El resultando de este análisis arrojo que el edificio cuenta en su mayoría con equipos de características modernas y de buen funcionamiento no obstante no están vinculados a un sistema de control general al sistema administración del edificio.

Por ende, se determinó el uso de aplicaciones de control para Hvac como se expone en la siguiente figura 25.

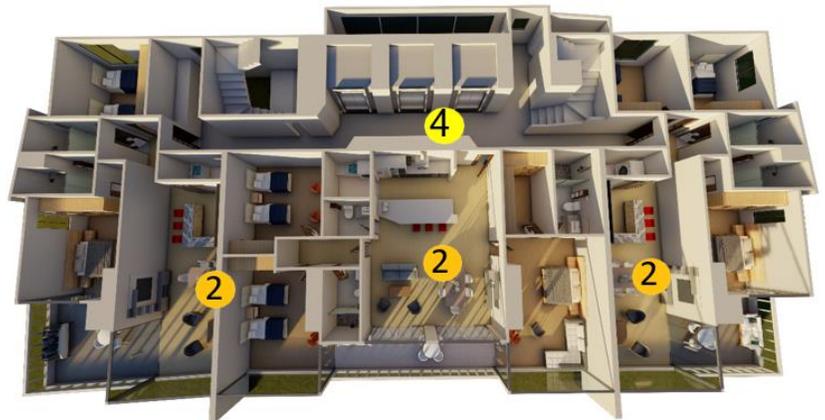
Figura 25

Resultado de la estrategia de ahorro energético



- 1 Se disminuye el consumo energético en el día, como estrategia de ahorro
- 2 Cambio de electrodoméstico antiguos por modernos
- 3 Control del consumo de los electrodomésticos por de una APP
- 4 Mejoramiento del consumo de ascensores.

REEMPLAZO DE ELEMENTOS DE ALTO CONSUMO



Resultado de Estrategia

Se determino las condiciones y la capacidad de los elementos domésticos.

Modernos y de Bajo Consumo

AC Cloud Control APP

APARTAMENTO 1
98,55 m²

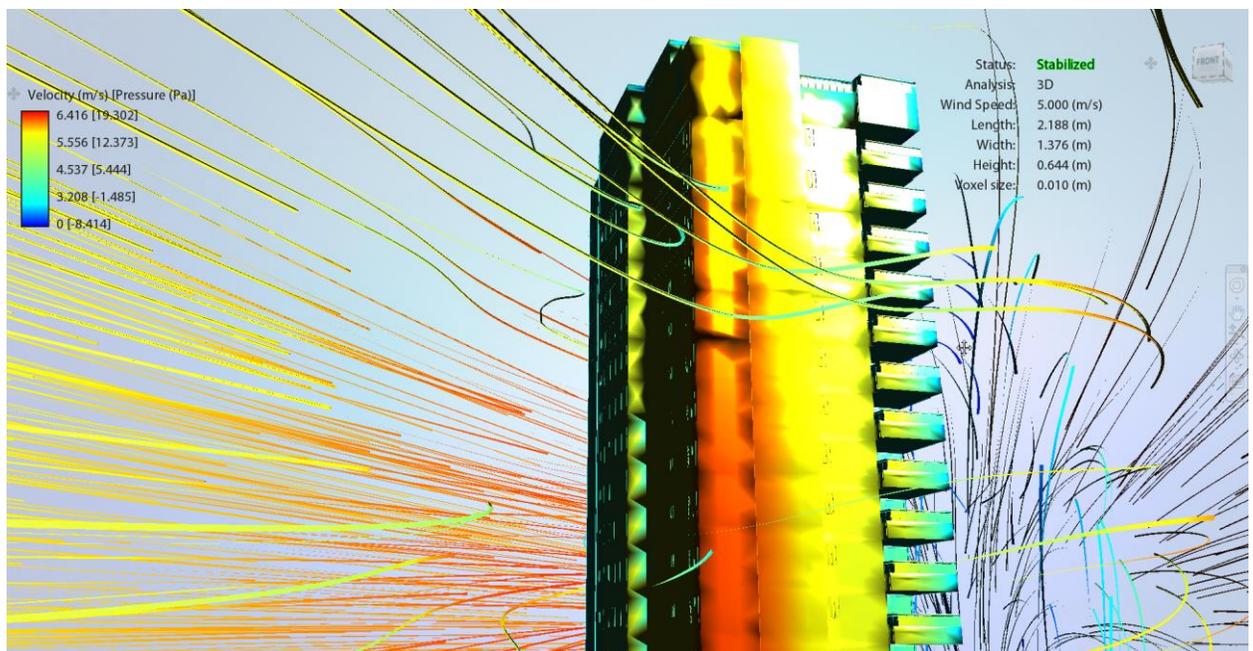
Nota: Resultados y conclusiones de la estrategia de ahorro energético para el caso de estudio. Elaboración Propia.

Propuesta de fachada ventilada

Como programa de simulación se utilizó Flow design versión 2014 en el cual expone la intensidad de flujo de viento y su impacto sobre el proyecto como se demuestra en la siguiente figura 26 lo cual permitió generación de la propuesta.

Figura 26

Simulación de Flujo de vientos



Nota: Velocidad del viento en la fachada norte generado por el programa Flow design. Elaboración propia.

A partir del análisis y la integración de la propuesta de intervención por medio de la celosía en PVC con sus perforaciones mejoraron las condiciones de control de velocidad y

protección al usuario en la fachada norte. Como dato revelador antes de la integración de la propuesta se obtenía como promedio en velocidad de 18 km/h.

Resultado de simulación (Fachada ventilada)

Con la propuesta sometida al programa arrojo que la velocidad promedio es de 14 km/h. Concluyendo en una reducción en la velocidad de 4 km/h como bien se explica en la siguiente figura 27.

Figura 27

Conclusión Grafica



Nota. Antes y después de la integración de la propuesta de fachada ventilada con el uso de celosía en PVC en el programa Flow design. Elaboración propia

Propuesta Película nano cerámica

Para esta propuesta se utilizó como herramienta de simulación el programa de Di alux Evo versión 11 en cual ofrece identificar la cantidad de luz que ingresa en los espacios por medio de una gama de colores usando la localización por coordenadas.

En este programa se realizó un modelo en tres dimensiones de la planta arquitectónica del piso 25 con las condiciones climáticas y en horario crítico (mes de octubre a las 4 pm del año 2022) con estas configuraciones se busca mejorar el confort lumínico. Para el caso de estudio el objetivo es reducir la trasferencia de calor por parte de la luz natural sin afectar su iluminación.

A continuación, en la figura 28 se muestra la simulación del edificio sin intervenir.

Figura 28

Planta arquitectónica



Nota: grado de luz que ingresa a los espacios sin estrategias, Elaboración propia

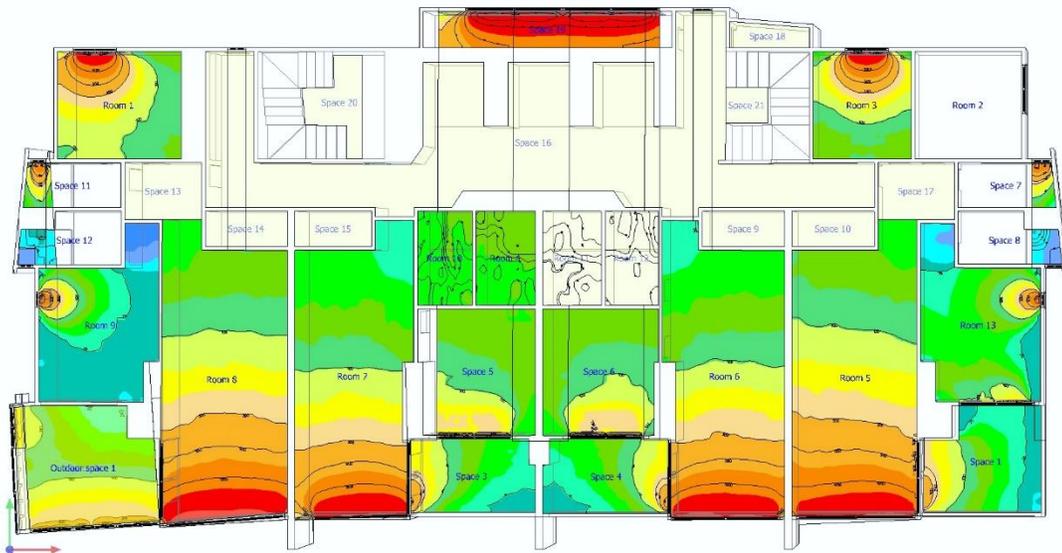
En la gráfica anterior demuestra que el ingreso sin ningún tipo de estrategia esta sobre los 5000 luxes entendiéndose que ingresa un 100% de la luz a si mismo su transferencia de temperatura.

Resultado de simulación (Película nano cerámica)

A partir de este momento se procede a configurar las ventanas y puertas corredizas aplicando las características de la película en el programa de simulación para posteriormente obtener el siguiente resultado como se observa en la siguiente figura 29.

Figura 29

Planimetría con la estrategia de película de nano cerámica



Nota: grado de luz que ingresa a los espacios con el uso de la estrategia. Elaboración propia

En la anterior simulación se aprecia como el uso de la película baja a 2500 luxes y su iluminación baja un 8 % a si mismo se puede apreciar que la propuesta en términos de rendimiento es favorable y su confort térmico mejoro.

Como conclusión la propuesta de película nano cerámica aporta en el confort térmico al reducir al 50% la cantidad de luxes en los espacios de cocina, sala, comedor y habitaciones.

Propuesta de Sensor lumínico

Con el uso de sensores movimiento y la aplicación de AC Cloud de la empresa Hms Networks se evidencia el mejoramiento en el consumo por parte de los elementos que componen el sistema de Hvac y de iluminación al tener mayor control de estos.

En la iluminación de los espacios como pasillos y escaleras durante el día mejoro debido a que los sensores son efectivos en cualquier jornada del día y no requiere un personal de mantenimiento constante y una vigilancia si los espacios están bien iluminados o no.

También se implementó en zonas como los balcones, los cuales actualmente si el usuario desea iluminar tiene que hacerlo desde la habitación o desde la sala. Esta intervención aumenta su función siendo apoyado con los sensores haciendo que la propuesta sea más factible, como se evidencia en la siguiente figura 30.

Figura 30

Implementación de Iluminación en los balcones



Nota. Mejoramiento del confort lumínico en los balcones de las fachadas Norte, Sur, y Sur oeste. Elaboración propia

Resultado de simulación (Sensor lumínico)

Con los nuevos elementos de control de luz por movimiento aplicados en zonas oscuras y en zonas no contempladas se mejoró el confort de estos espacios en términos de iluminación, el control de costos por consumo energético y la reducción de actividades humanas por parte de la administración y personal de aseo ya que no se tiene que desplazar en más de 30 pisos para asistir estos elementos.

Propuesta de Generación de energía

Apoyados en la comisión europea, el uso de simulación de radiación solar anual del programa de Revit, uso del Insigth, SketchUp, sistema PV Graph en los paneles solares, la tabla línea de base de consumo anual y ficha técnica del panel solar. Implementados en las fachadas Sur oriente y Sur, con 10 ° de inclinación anclados en las placas de contrapiso y antepechos desde el piso

Resultado de simulación (Generación de energía)

Se reunieron los siguientes beneficios en la generación de sombras y rendimiento como se demuestra en la siguiente tabla 12.

Tabla 12

Conclusión generación de energía

CONCLUSIÓN-Panel solar



Generación de Sombras

El panel al estar implementado con un ángulo de inclinación de 10° aporta una sobra adicional sobre estos espacios **reduciendo** la temperatura.



RENDIMIENTO VS CONSUMO

Con **722** paneles ubicados en las fachadas producen **789 KW/m2 anual**.

El consumo energético es cercano de **420** millones promedio **anual**.



Captan energía 25,5%.

Teniendo en cuenta el consumo anual este porcentaje se traduce en dinero.

RESULTADO

105 millones de pesos que aportan los paneles promedio **anual**. (8,75 millones mensual)

Nota. Conclusión de la estrategia de generación de energía y su resultado en la implementación de los paneles solares en la fachada del proyecto. Elaboración propia.

Esta propuesta genera un 25.5% de ahorro, si se implementa lo cual beneficiara económica al edificio en tiempo anual de 105 millones de pesos y si es en tiempo mensual en promedio de 8.7 millones de pesos.

Meta análisis Design Builder

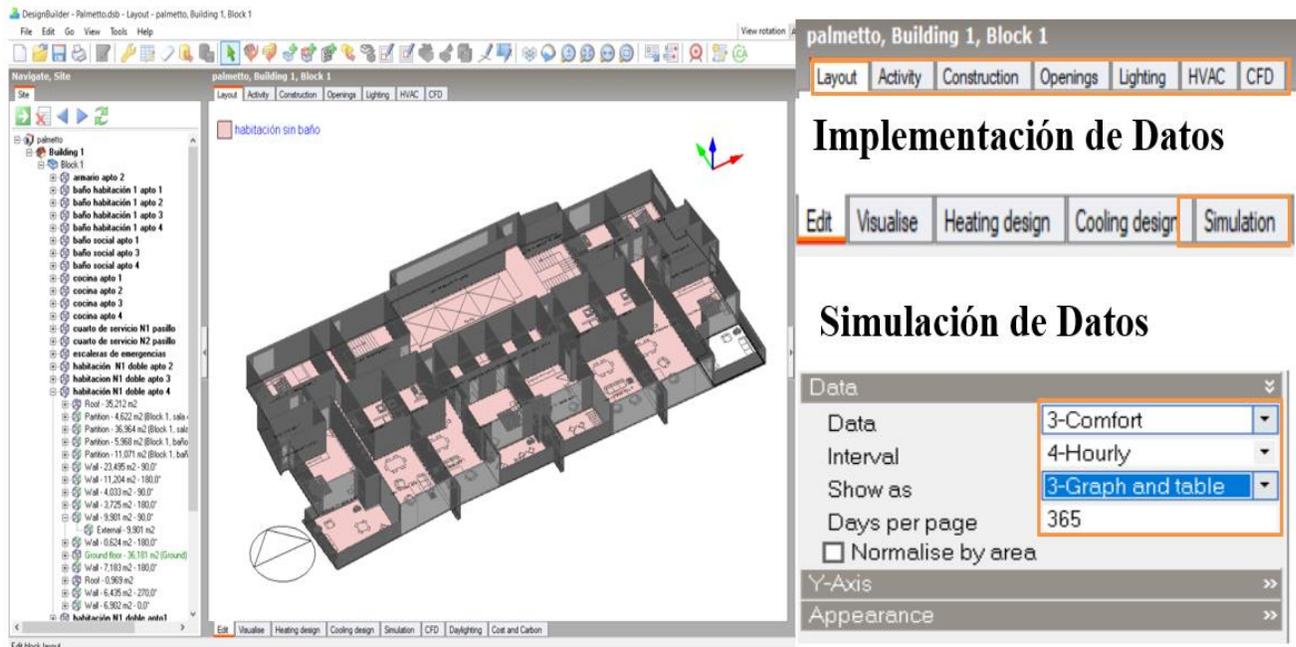
Simulación del edificio en Design Builder

En este apartado se reúnen todos los datos del proyecto investigativo antes y después de las estrategias con sus debidas simulaciones debido a que el programa Design Builder requiere de estos elementos para dar una conclusión acertada teniendo en cuenta factores de casos de consumos críticos, leves, actividades del usuario e información económica.

Se demuestra en la siguiente figura 31, el proceso de simulación del proyecto antes de la intervención del edificio turístico.

Figura 31

Simulación antes de las propuestas



Nota. Simulación en el programa Design Builder del proyecto y su configuración sin modificaciones arquitectónicas. Elaboración propia.

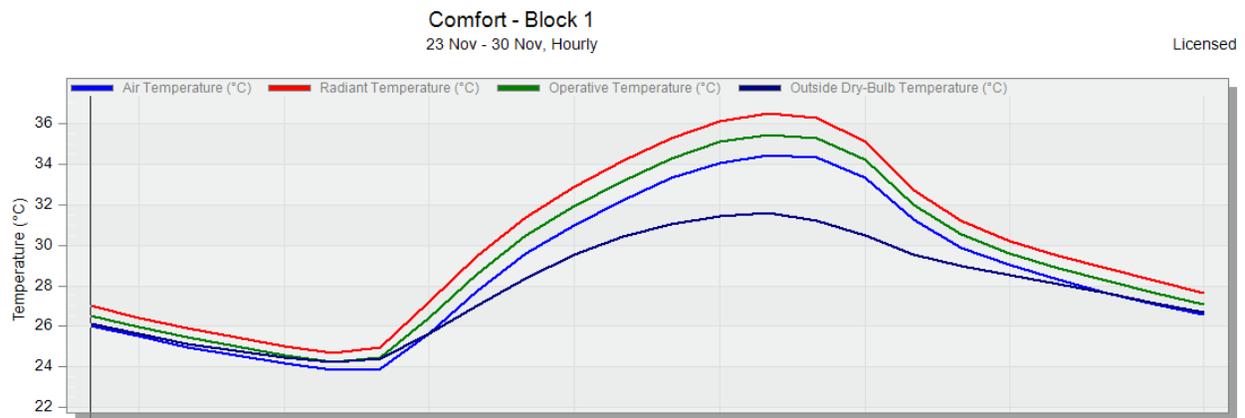
Para el caso de estudio se programa los espacios en las condiciones actuales y más cercanas en cuanto elementos constitutivos de estructura, no estructurales, ventanearía, carpintería, tipos de acabados en pisos, techos y muros. Con este proceso desarrollado se introducen los datos de consumo por actividades estos se agrupan en dos aspectos de consumo.

El primer grupo de actividades por elementos existentes radica en todo equipo que requiere energía para funcionar y proporcionar confort o equipar un espacio ejemplo en sala comedor son los elementos de aire acondicionado, televisores etc. En el segundo grupo están todas las actividades realizadas por las personas ya sean como clientes, dueños o personal administrativo, aseo o mantenimiento ejemplo de este es el consumo de energía que se requiere tener iluminado un espacio por el uso que requiera una persona como el baño de una zona social o privada.

Por último, se procede a la simulación entera del edificio donde se analizan los datos en temperatura operativa, radiación y confort de espacios como bien se muestra en la figura 32 como ejemplo.

Figura 32

Simulación edificio sin intervenciones



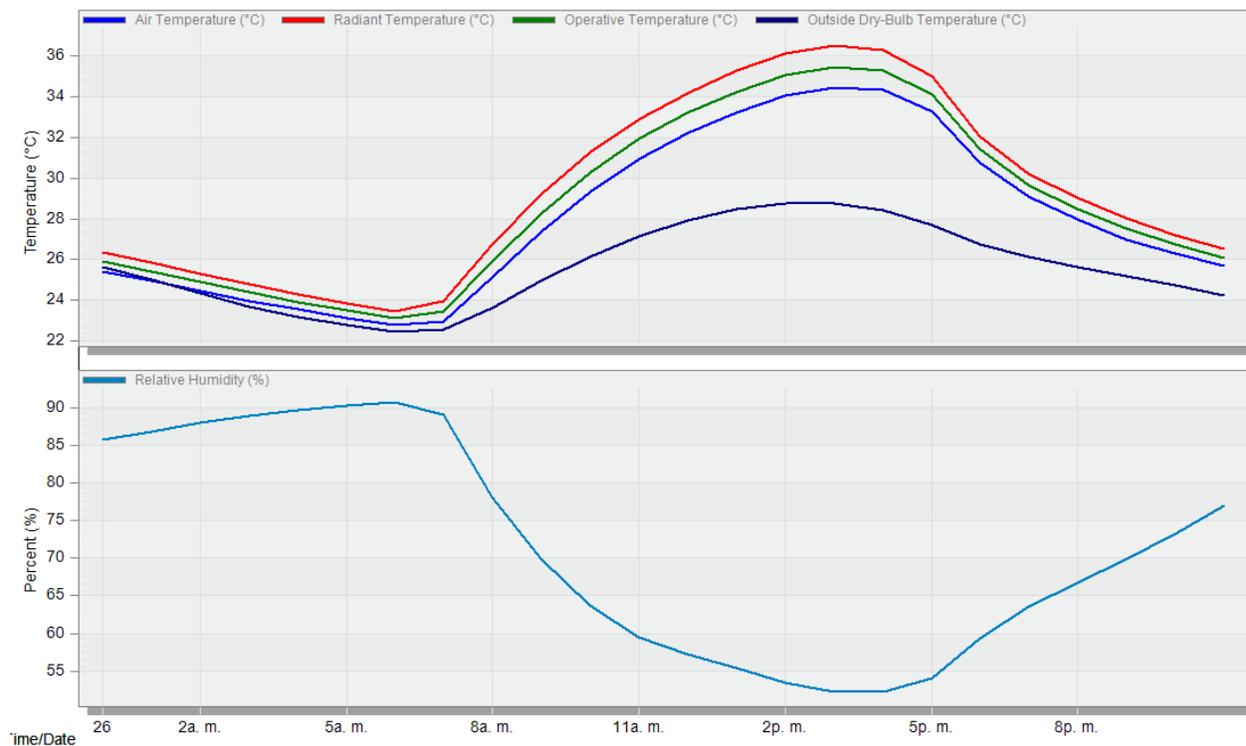
Nota. Datos de temperatura y confort térmico en noviembre 23 sin modificaciones. Elaboración propia.

Resultado de la simulación (condiciones actuales)

Para en análisis de datos se especifican en la tabla de temperatura dadas en °C sobre un periodo de tiempo en horas demostradas en diferentes líneas las cuales se explican de la siguiente manera en la figura número 33.

Figura 33

Compresión de datos



Nota. Datos de temperatura y confort 25 de noviembre en grados y en horas sin modificaciones. Elaboración propia.

- Temperatura del aire. Color azul rey
- Temperatura Radiante: medida para determinar la transferencia de calor por radiación. Color rojo
- Temperatura Operativa: medida para saber la temperatura de un recinto de acuerdo a una actividad que realizar una persona y como esta influye en los objetos que componen el espacio. Color verde Oscuro.
- Temperatura seca del exterior. Color morado oscuro

Entendido los datos suministrados por el programa en convenciones de líneas.

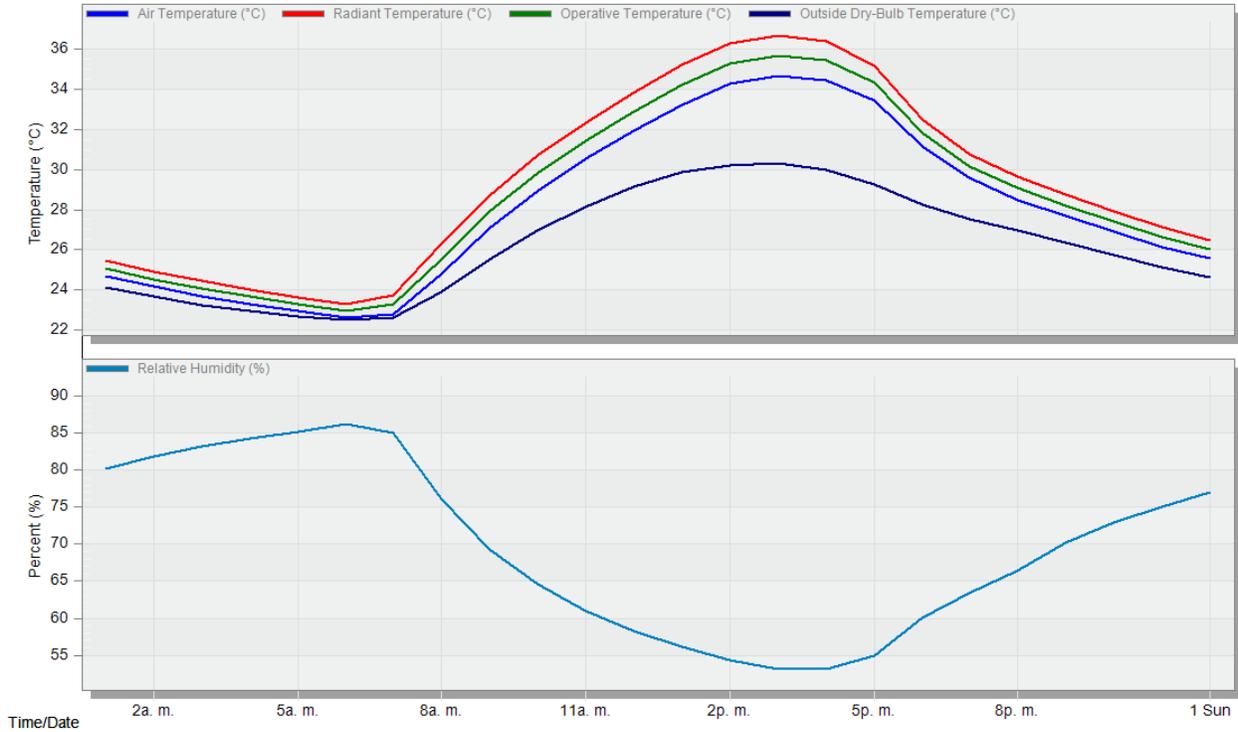
Se procede a tomar un espacio en particular del edificio (habitación principal de la tipología número 1 del piso 17), con un mes del año de mayor radiación solar y se realiza un paneo semanal para evidenciar el día más crítico. Determinando el consumo que obtiene, que temperatura máxima alcanza y como varia el confort de los espacios.

A continuación, se muestran los datos discriminados ya mencionados para después de realizar el análisis y simularlos como se grafican en la figura 34

- Mes de noviembre 2022
- Semana del 23 al 30
- Sábado 30

Figura 34

Dia critico de consumo



Nota. Datos de temperatura y confort del día 30 de noviembre en grados y en horas sin modificaciones. Elaboración propia.

A partir de los datos suministrados se evidencia que el día 30 noviembre del año 2022 igual que los demás días de esa semana tiene un comportamiento similar de crecimiento de temperatura a medida que se aproxima a las 12, 1 y 2 de la tarde siendo su mayor pico y tiende a decaer de manera constante pero leve, reafirmando que la exposición a mayor radiación solar se concentra en la jornada media y tarde donde las propuestas harán su intervención.

Se evidencia que los elementos de Hvac del edificio y elementos particulares como aires acondicionados de la tipología número 1, pasan por una carga alta donde su consumo y demanda para mantener el confort térmico es elevado siendo la máxima temperatura operativa es 35.69 °C.

El promedio de uso de aire acondicionado es más de 12 horas en una habitación y su menor consumo son en las horas de la madrugada con una temperatura operativa de es de 22 °C promedio para nuestro caso de estudio.

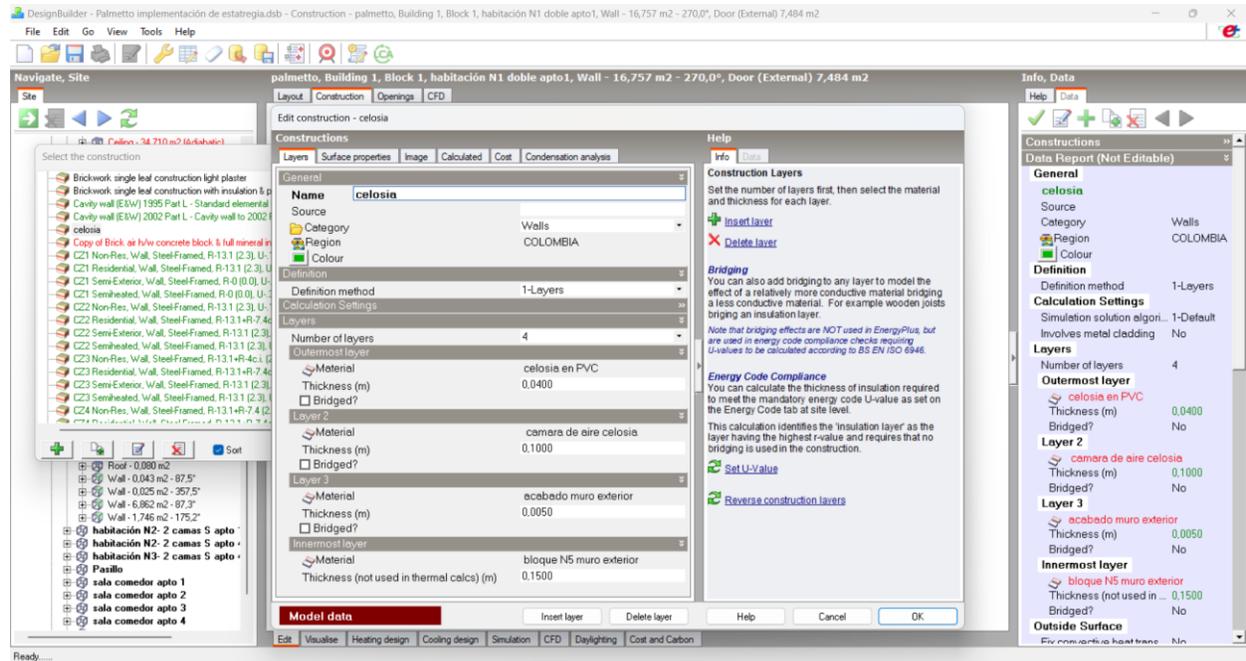
Simulación de estrategias en Design Builder

Previamente ingresados los datos de los elementos de consumo, comportamiento humano, sistemas de iluminación, sistemas de ventilación, sistema operativo, los materiales de constitutivos del edificio etc. Se procede a generar una copia del archivo para aplicar los nuevos cambios (estrategias arquitectónicas), con el propósito de contrastar el antes y el después y determinar que beneficio se obtuvo.

Como procedimiento para la intervención arquitectónica se especifica los elementos (celosía de PVC y la película nano cerámica) a ingresar al programa con sus características de dimensiones, materialidad, ganancia de calor, área de ocupación entre otras como ejemplo la figura numero 35

Figura 35

Introducción de las estrategias

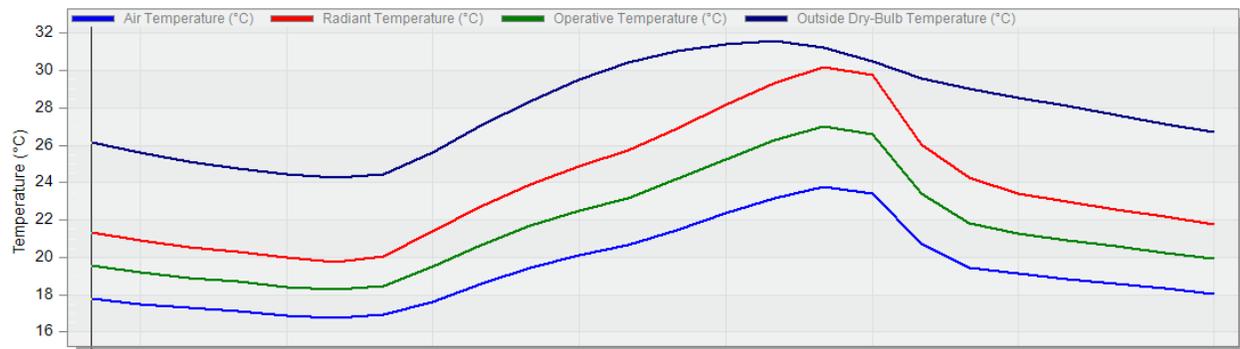


Nota. Estrategia de celosía con sus características específicas aplicadas en muro de fachada. Elaboración propia.

Para este caso solo se aplicaron las dos estrategias mencionadas por su función de mejorar el confort térmico, generación de sombra y paso de luz en los espacios como habitaciones, sala comedora, lugares con superficies con mayor exposición a la radiación solar. Por estos motivos estrategias como generación de energía o implementación de sensores en espacios oscuros no se contemplan en esta simulación.

Resultado de simulación (intervención)

Como análisis de la intervención se tiene como referencia los datos previamente obtenidos y los nuevos datos usando las mismas variables para poder terminar la diferencia de temperaturas y confort esto se evidencia en la siguiente figura 36.

Figura 36**Datos con estrategias de intervención**

Nota. Datos de temperatura y confort térmico en noviembre 30 con modificaciones. Elaboración propia.

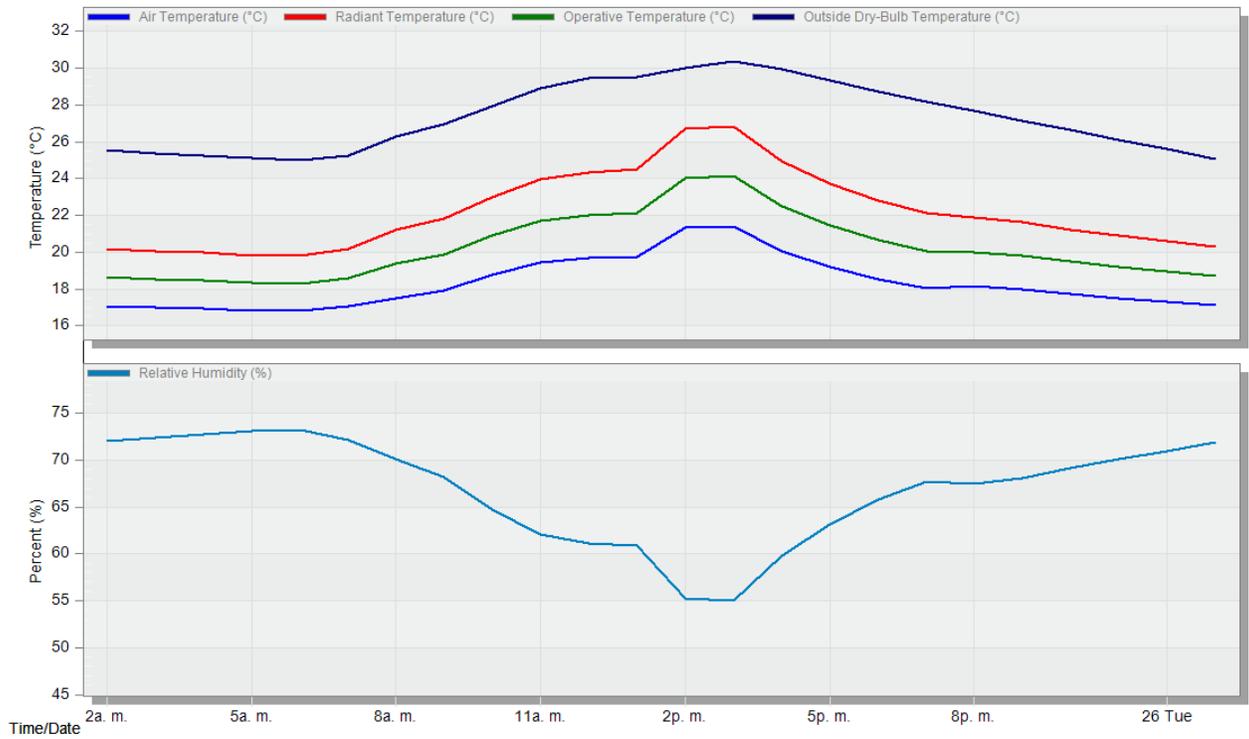
En el momento del análisis el programa simula todas las tipologías y espacios que la componen por tal motivo en un principio se escogió la zona de intervención y la tipología para poder demostrar el impacto de las estrategias, nuevamente se muestran las variables para la tipología 1.

- Mes de noviembre 2022
- Semana del 23 al 30
- Sábado 30

Con estos parámetros la simulación no sea realiza en general si no en el espacio particular con las estrategias implementadas lo cual se expresa en la figura 37, donde esta grafica si se aprecia la diferencia de temperatura para el día 25 de noviembre.

Figura 37

Espacio con las estrategias



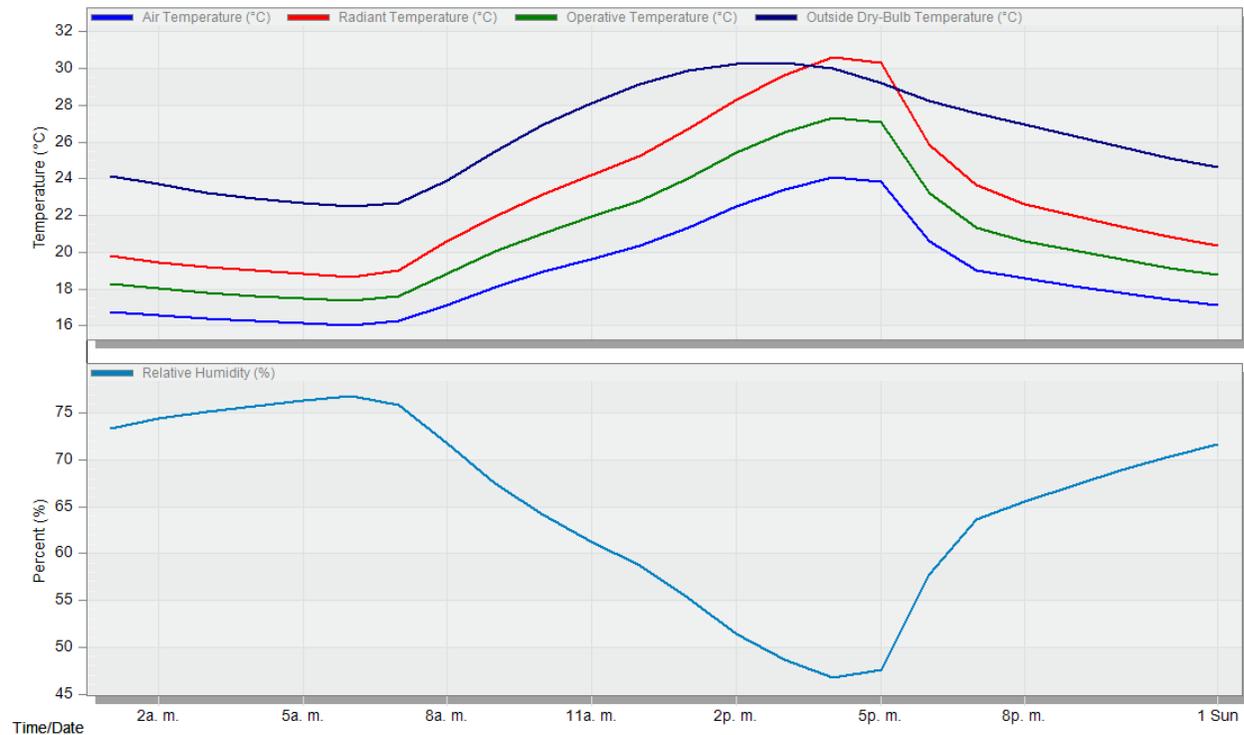
Nota. Datos de temperatura y confort 25 de noviembre en grados y en horas con modificaciones. Elaboración propia.

En la gráfica expresa que la temperatura de operación es de 24°C sobre las 2 de la tarde, también se ve que el comportamiento de las demás líneas mantiene un distanciamiento una de otra con mismos picos de incremento, este comportamiento se interpreta como el control de temperatura y como se relaciona con los objetos. Resultando una buena aplicación de elementos para mejoramiento de confort térmico y un menor consumo energético por parte del sistema de Hvac y de aire acondicionado.

Este mismo proceso de simulación y análisis se aplicó para el día crítico mostrando la figura 38 el siguiente comportamiento.

Figura 38

Día crítico con estrategias



Nota. Datos de temperatura y confort del día 30 de noviembre en grados y en horas con modificaciones.

Elaboración propia

A partir de los datos suministrados se evidencia que el día 30 noviembre del año 2022 igual que los demás días de esa semana tiene un comportamiento similar de crecimiento de temperatura a medida que se aproxima a las 2 y 3 de la tarde siendo su mayor pico y tiende a decaer de manera constante pero leve.

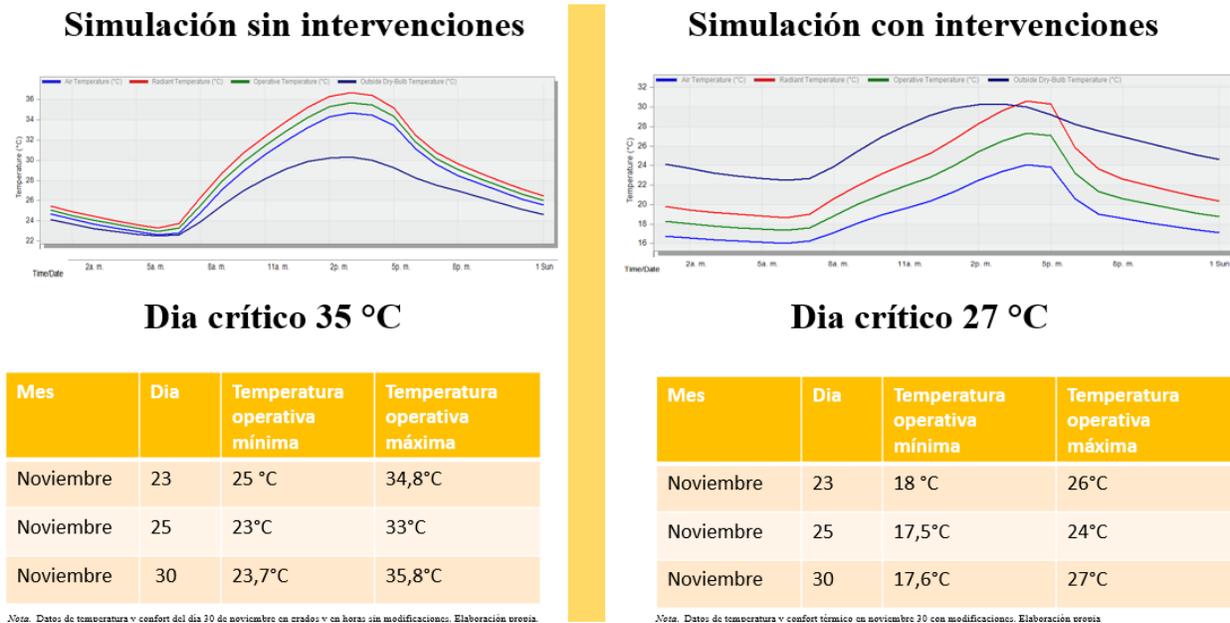
Se evidencia que los elementos de Hvac del edificio y elementos particulares como aires acondicionados de la tipología número 1, pasan por una carga más baja donde su consumo y demanda para mantener el confort térmico es elevado siendo la máxima temperatura operativa es 27 °C. El promedio de uso de aire acondicionado en las horas de la madrugada con una temperatura operativa de es de 17 °C.

Conclusiones del meta análisis

Para este apartado se comparan las gráficas de temperatura del día crítico para determinar el cambio en confort térmico en el mismo espacio con las mismas variables y se darán a manera de conclusión el beneficio. Se retomarán los siguientes de datos expresados en la figura 38

- Picos máximos de temperatura operativa
- Picos mínimos de temperatura operativa

Figura 39
diferencias de temperatura



Nota. Datos de temperatura y confort del día 30 de noviembre en estado v en horas sin modificaciones. Elaboración propia.

Nota. Datos de temperatura y confort térmico en noviembre 30 con modificaciones. Elaboración propia.

Nota. Datos de temperatura y confort del día 30 de noviembre comparando antes de aplicar las estrategias y con las estrategias aplicadas. Elaboración propia

Como bien se evidencia en paneo semanal y del día critico la implementación de las estrategias mejoran las condiciones de temperatura operativa dentro de los espacios en los que intervienen siendo la diferencia más relevante de 9°C, también baja el consumo del sistema de Hvac y de aire acondicionado a no tener trabajar en condiciones actuales del edificio.

Retorno económico.

Para demostrar el retorno económico se tendrán en cuenta las variables de costo por estrategia y cuánto tiempo demora que la estrategia aplicada con su beneficio llegado al punto de retornar el dinero invertido. Para ello se destinó dos apartados de inversión económica en el cual se demuestra su beneficio y ya en un segundo apartado la factibilidad de la estrategia.

Este cálculo estará dado en regla de 3 en función del consumo promedio mensual en pesos colombianos siendo es de 35.000.000 millones, el pico de temperatura operativa de 30°C y la reducción mínima de temperatura operativa que se obtuvo por espacio en la estrategia que es de 17 °C. Con esto determinamos el beneficio de la estrategia en pesos colombianos.

Inversión económica

A continuación, se demuestra en la siguiente tabla el costo de inversión, beneficio mensual y el retorno económico en tiempo.

Tabla 13

Inversión de estrategias y sus costos

Estrategia	Costo de inversión	Beneficio mensual	Retorno económico en tiempo
Generación de energía	800 millones Cop	8,7 millones mensual	7 años (8 meses)
Fachada ventilada	82 millones Cop	1,6 millones mensual	4 años (2 meses)
Protección térmica	65 millones Cop	1,6 millones mensual	3 años (5 meses)
Ahorro Energético	N. Aplica	Control de consumo	N. aplica
Sensor lumínico	11.7 millones Cop	100%	N. aplica

Nota: Datos de inversión económica de cada una de las estrategias a implementar, su beneficio en caso de invertir en recaudo mensual y el retorno económico. Elaboración propia

Factibilidad económica en tiempo

En gran mayoría de las estrategias son factibles debido a que su costo de inversión versus el tiempo de retorno no supera los 10 años, este tiempo aparte de ser un aliciente de inversión también es de garantía debido a que varias de las estrategias tienen una vida útil que supera fácilmente los 40 años como es el caso de los paneles solares y la celosía en PVC. En el caso de la película nano cerámica tiene una garantía de 15 años y el sensor lumínico es más una inversión que permite el control del consumo ya que su vida útil según garantía es de 2 años.

Conclusiones

Para el desarrollo del proyecto investigativo se mantienen momentos importantes en los cuales se destaca.

El orden coherente de la investigación y búsqueda de los datos permiten la comprensión rápida de la problemática y amplía el panorama de su intervención, así mismo las soluciones se caracterizarán al tratarse de un caso de estudio cuyas condiciones arquitectónicas son independientes pero que responden a un contexto urbano inmediato.

La línea de investigación determina las rutas críticas de plan de acción comenzando por alternativas para disminuir el consumo, la segunda ruta es la intervención arquitectónica por medio de las estrategias pasivas y activas. La tercera ruta es la generación de energía como herramienta de aprovechamiento de las condiciones climáticas.

El confort de los espacios está directamente relacionado con el buen diseño bioclimático y estos se pueden mejorar con la propuesta de materiales innovadores acordes a los espacios a intervenir. Otras condiciones climáticas como el salitre y la velocidad del viento en zonas

costeras determinan las intervenciones arquitectónicas, el uso de materiales y elementos de protección los cuales deben responder en términos resistencia y durabilidad.

Los datos cruciales a obtener están clasificados en las siguientes escalas: contexto urbano (edificaciones colindantes), análisis arquitectónico del edificio tanto externo como interno y las actividades que generen consumo de energía. Esta última información es relevante adquirir por los factores de comportamiento humano y los sistemas operativos que tenga el caso de estudio siendo las variables de acción y duración para determinar si es crítico, normal o leve su consumo.

La capacidad para disminuir el consumo energético por medio de las estrategias permite una libertad de elección, es decir dependiendo de que tanto se requiera ahorrar se puede optar por una, varias o todas. Otra libertad que permite es de inversión económica ya que esta se relaciona directamente con la estrategia de ahorro que se elija, debido a su retorno económico con el paso del tiempo.

Los programas de simulación expresan datos y graficas de manera cuantitativa mas no expresan los resultados de confort que el usuario pueda percibir.

Los métodos clásicos para dar orden y diseño son claves para adaptar elementos nuevos a la arquitectura existente donde el equilibrio es el concepto a desarrollar.

Recomendaciones

Para la de búsqueda de información en una población concreta, como herramienta las encuestas enfocadas en las condiciones de habitabilidad, economía y satisfacción son las más útiles ya que dan un panorama holístico de la situación actual.

Tener presente que programas de simulación le sirven para ayudar a su proyecto a tener una viabilidad mediante el uso de estrategias.

Aplicar metodologías más avanzadas de análisis

Trabajar en mejorar la aplicación de las estrategias tanto en lo funcional como en lo estético.

Para culminar se invita al lector a profundizar sobre nuevas tecnologías que aporten al ahorro energético, económico y a la cantidad de elementos que se requieran para mejorar el confort de un espacio. Extender los estudios expuestos en esta tesis al estudio de otros tipos de edificaciones.

Referencias

Applynano. (2019). Grafeno para la eliminación de contaminantes.

<https://applynano.com/grafeno-para-la-eliminacion-de-descontaminantes/>

Archidaily. (2021, febrero). Estrategias bioclimáticas en la arquitectura contemporánea de

Ecuador. Archidaily. [https://www.archdaily.co/co/956276/estrategias-bioclimaticas-en-](https://www.archdaily.co/co/956276/estrategias-bioclimaticas-en-la-arquitectura-contemporanea-de-ecuador)

[la-arquitectura-contemporanea-de-ecuador](https://www.archdaily.co/co/956276/estrategias-bioclimaticas-en-la-arquitectura-contemporanea-de-ecuador)

Cartagena como vamos. (2020, junio). Informe calidad de vida.

[http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2020/09/Informe-](http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2020/09/Informe-Calidad-de-Vida-2020-Cartagena-Como-Vamos.pdf)

[Calidad-de-Vida-2020-Cartagena-Como-Vamos.pdf](http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2020/09/Informe-Calidad-de-Vida-2020-Cartagena-Como-Vamos.pdf)

Casa domo. (2022, septiembre), La solución AC Cloud Control de Intesis automatiza los

sistemas de AC para ahorrar energía. [https://www.casadomo.com/2022/09/06/solucion-](https://www.casadomo.com/2022/09/06/solucion-ac-cloud-control-intesis-automatiza-sistemas-ac-ahorrar-energia)

[ac-cloud-control-intesis-automatiza-sistemas-ac-ahorrar-energia](https://www.casadomo.com/2022/09/06/solucion-ac-cloud-control-intesis-automatiza-sistemas-ac-ahorrar-energia)

Dyna & Cía S.A. (s.f.). Pie Amigo Reforzado Blanco Calibre 20 De 10X12Pg.

<https://www.dyna.com.co/public/producto/23705/pie-amigo-blanco-10x12pg-vera/C12>

Ecolite. (s.f.). Bala LED DownLight 40W ecolite® ECODLV40. [https://ecolite.com.co/wp-](https://ecolite.com.co/wp-content/uploads/fichas-tecnicas/ficha_tecnica_balas_led_downlight.pdf)

[content/uploads/fichas-tecnicas/ficha_tecnica_balas_led_downlight.pdf](https://ecolite.com.co/wp-content/uploads/fichas-tecnicas/ficha_tecnica_balas_led_downlight.pdf)

El universal. (s.f.). Gobernadores, suelten la liebre.

[https://www.eluniversal.com.co/opinion/editorial/gobernadores-suelten-la-liebre-10529-](https://www.eluniversal.com.co/opinion/editorial/gobernadores-suelten-la-liebre-10529-JQEU331109)

[JQEU331109](https://www.eluniversal.com.co/opinion/editorial/gobernadores-suelten-la-liebre-10529-JQEU331109)

Gamba, Osorio, J, M. (2006). análisis y evaluación de los hoteles sofitel santa clara y Hilton

Cartagena bajo la metodología de producción más limpia con miras hacia el

mejoramiento del desempeño ambiental [Trabajo de grado, Universidad tecnológica de

bolívar]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/2810#page=1>

Gila Window Film. (2020, marzo, 19). *Cómo colocar la película para el control del calor de Gila (Con adhesive)* [video]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=wxMxIg2nmZI&ab_channel=GilaWindowFilm

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.a) Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos.

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%20C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%20C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.b). Atlas climatológico, radiación y vientos.

http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF_ATLAS/83b33ddd-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260

Manualslib. (s.f.). Intesis by HMS Networks IS-ACX-WIFI-1 Manual de instalación rápida.

<https://www.manualslib.com/manual/1338943/Intesishome-Is-Acx-Wifi-1.html>

Orozco Domínguez, C. C., Sánchez Hernández, A. F., & Santiago Camacho, M. J. (2017).

Deficiencias en la prestación del servicio de energía eléctrica en la ciudad de Cartagena:

Análisis de la situación del barrio San Pedro Mártir. *Vis Iuris. Revista De Derecho Y*

Ciencias Sociales, 55–74. <https://doi.org/10.22518/vis.v0i00.1174>

OutDoor design. (2023). “Tubulares especificaciones técnicas” [manuscrito no publicado].

características que posee la celosía en PVC.

Proyecto FSE. (2017). Desarrollan celdas solares de grafeno, transparentes y flexibles.

<http://www.proyectoofse.mx/2017/09/08/desarrollan-celdas-solares-grafeno-transparentes-flexibles/>

Razón pública. (2016). Electricaribe: ¿Por qué es tan malo el servicio?

<https://razonpublica.com/electricaribe-por-que-es-tan-malo-el-servicio/>

Reddit. (2019). Mapa del Potencial Eléctrico Fotovoltaico de Colombia.

https://www.reddit.com/r/Colombia/comments/k9sj14/mapa_del_potencial_el%C3%A9ctrico_fotovoltaico_de/

Salazar, J. (2011). Mínimo óptimo de ganancia solar por fachadas sistema de doble piel en un

edificio de laboratorios en barranquilla, Colombia [Trabajo de especialización,

Universidad Nacional de Colombia]. Docplayer. [https://docplayer.es/79016816-Minimo-](https://docplayer.es/79016816-Minimo-optimo-de-ganancia-solar-por-fachadas-sistema-de-doble-piel-en-un-edificio-de-laboratorios-en-barranquilla-colombia.html)

[optimo-de-ganancia-solar-por-fachadas-sistema-de-doble-piel-en-un-edificio-de-](https://docplayer.es/79016816-Minimo-optimo-de-ganancia-solar-por-fachadas-sistema-de-doble-piel-en-un-edificio-de-laboratorios-en-barranquilla-colombia.html)

[laboratorios-en-barranquilla-colombia.html](https://docplayer.es/79016816-Minimo-optimo-de-ganancia-solar-por-fachadas-sistema-de-doble-piel-en-un-edificio-de-laboratorios-en-barranquilla-colombia.html)

Spectra American window film. (s.f.). Ficha Técnica.

<https://spectrapolarizados.com/producto/perfection-7099/>

Zn shine solar. (2023). ZXM7-SP144 Series.

<https://www.energiaysistemas.com/PDF/Paneles%20Solare/PANELES%20SOLARES%20ZNSHINE%20-%20ZXM7-SP144%20SERIES%20520-540W.pdf>