

Confort Térmico y Sistemas de Protección Solar en edificios en altura en Quito, 2022.

DIEGO ANDRES URIBE PAZMIÑO



Universidad
Indoamérica

Uribe, D. (2022).

Confort térmico y sistemas de protección solar
en edificios en altura en Quito, 2022.

Universidad Indoamérica - Quito





FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN

**CONFORT TÉRMICO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN
EDIFICIOS EN ALTURA EN QUITO, 2022**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Arquitecto

Autor(a)

URIBE PAZMIÑO DIEGO ANDRES

Tutor(a)

MSC. ARQ. JOSÉ RAMÓN LEYVA GUZMÁN

QUITO - ECUADOR
2023



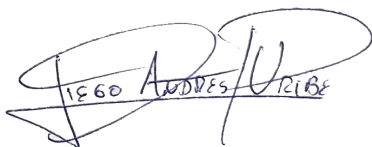
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, URIBE PAZMIÑO DIEGO ANDRES, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre "CONFORT TÉRMICO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN EDIFICIOS EN ALTURA EN QUITO, 2022". como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorico al sistema de Biblioteca de la Universidad Indoamerica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deba firmar convenios especificos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 2 días del mes de Marzo de 2023, firmo conforme:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Diego Andres Uribe'. The signature is stylized and includes a date '1860' written on the left side.

.....
URIBE PAZMIÑO DIEGO ANDRES

C.I. 1724570369

Dirección: Estados Unidos N15-41 y Buenos Aires

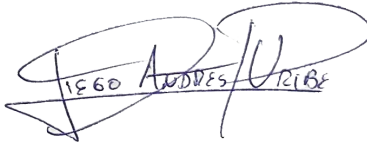
Correo: andy1_@hotmail.es



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 20 de Marzo de 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'DIEGO ANDRES URIBE', is written over a horizontal dotted line.

DIEGO ANDRES URIBE PAZMIÑO
C.I. 1724570369

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “CONFORT TÉRMICO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN EDIFICIOS EN ALTURA EN QUITO, 2022” presentado por URIBE PAZMIÑO DIEGO ANDRES para optar por el título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 20 de Marzo de 2023

.....
MSc. Arq. José Ramón Leyva Guzmán
C.I. 1756756902



APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: CONFORT TÉRMICO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN EDIFICIOS EN ALTURA EN QUITO, 2022, previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Quito, 20 de Marzo de 2023

.....
RAUL MARCELO VILLACIS ORMAZA, M. Arch.
C.I. 1312200106

.....
ARQ. SUSANA MOYA VICUÑA MSC
C.I. 1719626952



DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico primeramente a Dios, por siempre bendecirme con salud, vida y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, en especial a mi madre por todo su esfuerzo y sacrificio en todo el tiempo de mis estudios, gracias a ellos he logrado seguir avanzando y cumplir mi sueño. Estoy orgulloso de ser su hijo, son los mejores papás que cualquier hijo quisiera tener. A mis hermanos y hermanas por todo el apoyo que me dieron y me lo han dado siempre en el transcurso de mi vida para cumplir cualquiera de mis metas, en especial a mi hermana Irene ya que en el transcurso de la carrera se fue de mi vida, y por ella he seguido adelante ya que ella se ha hecho sentir presente siempre para ayudarme a seguir. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, primeramente, a Dios ya que el me dio la salud y vida en estos años, pero nuevamente el agradecimiento eterno a mi Madre que el mensaje que ella me brindo me marco siempre “todo lo que se empieza hay que culminarlo”, es por eso que estoy feliz por poder culminar mi carrera.

De igual manera, agradezco inmensamente a mis hermanos, hermanas y a mi novia han sido personas fundamentales para que este trabajo lo pueda lograr ya que con sus palabras me enseñaron a luchar y a seguir adelante. Espero a un futuro pueda convertirme en ese apoyo que ustedes fueron para mi y seguir avanzando juntos por nuestros sueños

También, agradezco a mi tutor de tesis, ya que con sus consejos y correcciones se pudo realizar este trabajo. A mis profesores que tuve durante toda la carrera más que profesores fueron mis amigos, me guiaron y me compartieron sus conocimientos de cómo ser un gran profesional, pero sobre todo una gran persona.



RESUMEN EJECUTIVO

La investigación CONFORT TÉRMICO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN EDIFICIOS EN ALTURA EN QUITO, 2022, pretende resolver la problemática del alto consumo energético en la ciudad de Quito en las edificaciones de gran altura, conocer las razones por las que las edificaciones no tienen un adecuado confort interior y también proporciona información acerca de los diferentes tipos de sistemas de protección solar existentes para la arquitectura en la actualidad. Estos sistemas serán investigados de manera cualitativa y cuantitativa presentados dentro de la metodología.

La metodología se desarrolla a partir de una investigación con enfoque descriptivo, ya que se analizaron cinco tipologías arquitectónicas de edificaciones en Quito, el cual con un cuadro comparativo y de parámetros, analizaremos las problemáticas y levantamientos de datos, esta comparación nos permitirá conocer más sobre la problemática de las edificaciones y poder seleccionar la más afectada y realizar un prototipo en 3D de la edificación.

En base a un análisis de simulación solar se determina la posición, ubicación y orientación en la que se debe colocar en la fachada pantallas o mallas metálicas de protección, se llevará a cabo una visita de campo para realizar encuestas a los usuarios que ocupan la edificación, ya que con los datos obtenidos tendremos tabulaciones, las cuales nos ayudarán a entender la mayor problemática con el confort interior y que nos permitan tener un control del prototipo del sistema implementado para la protección de los espacios interiores, de esta forma se busca obtener una correcta iluminación natural, confort higrotérmico y evitar que la radiación solar ingrese en este tipo de espacios sobre todo en las horas en las que la radiación es más fuerte. En Sketchup realizaremos un prototipo en 3D del sistema de protección, para adecuar e implementar al prototipo de la edificación, así tratar de obtener como resultados que los usuarios tengan un confort térmico apropiado sin la utilización de sistemas de climatización y reducir algunos porcentajes en el consumo energético de la edificación.

DESCRIPTORES: (Consumo Energético, Confort Higrotérmico, Prototipo, Simulación)



ABSTRACT

The research THERMAL COMFORT AND SUN PROTECTION SYSTEMS IN HIGH-RISE BUILDINGS IN QUITO, 2022, aims to solve the problem of high energy consumption in the city of Quito in high-rise buildings, to know the reasons why the buildings do not have adequate interior comfort and also provides information about the different types of existing solar protection systems for architecture today. These systems will be investigated in a qualitative and quantitative way presented within the methodology.

The methodology is developed from an investigation with a descriptive approach, since five architectural typologies of buildings in Quito were analyzed, which with a comparative table and parameters, we will analyze the problems and data surveys, this comparison will allow us to know more about the problems of buildings and be able to select the most affected and make a 3D prototype of the building.

Based on a solar simulation analysis, the position, location and orientation in which screens or metal protection meshes should be placed on the facade are determined, a field visit will be carried out to carry out surveys of the users who occupy the building. , since with the data obtained we will have tabulations, which will help us understand the biggest problem with interior comfort and that will allow us to have a control of the prototype of the system implemented for the protection of interior spaces, in this way we seek to obtain a correct natural lighting, hygrothermal comfort and prevent solar radiation from entering these types of spaces, especially in the hours when the radiation is strongest. In Skectchup we will make a 3D prototype of the protection system, to adapt and implement the prototype of the building, thus trying to obtain as results that users have appropriate thermal comfort without the use of air conditioning systems and reduce some percentages in consumption. building energy.

KEYWORDS: (DEnergy Consumption, Hygrothermal Comfort, Prototype, Simulation)



ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| ETAPA 1: CONOCIMIENTO PREVIO | 19 |
| Introducción al problema de estudio..... | 21 |
| Justificación..... | 25 |
| Objetivos..... | 26 |
| - Objetivo general | |
| - Objetivos específicos | |
| | |
| Fundamentación teórica..... | 31 |
| Propuesta de arquitectura bioclimática a edificaciones en altura para reducir el consumo energético y reforzar el confort térmico interior mediante pantallas, mallas o telas de sistemas de protección solar..... | 31 |
| Arquitectura bioclimática..... | 31 |
| Confort climático..... | 31 |
| Confort térmico..... | 32 |
| Tipos de protección de sistemas de protección solar..... | 33 |
| Pantallas o mallas metálicas..... | 34 |
| Tipos de pantallas o mallas metálicas..... | 35 |
| Casos de estudio..... | 39 |
| Cuadro comparativo de referentes..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| ETAPA 2: APLICACIÓN A LA METODOLOGÍA..... | 45 |
| Iformación General..... | 47 |
| Introducción a la metodología..... | 48 |
| Fases metodológicas..... | 50 |
| Fase 1: Investigación documental..... | 51 |
| Fase 2: Investigación experimenta..... | 59 |
| Entrevista y Tabulan de datos..... | 59 |
| Fotografías del equipamiento sin SPS con pistola térmica..... | 61 |
| Sistema de protección solar..... | 64 |
| Simulación 3D y 3D equipamiento sin SPS..... | 65 |
| Simulación 3D y 2D equipamiento con SPS..... | 66 |
| Caso de estudio..... | 67 |
| | |
| ETAPA 3: Difusión de resultados..... | 71 |
| Resultado..... | 73 |
| Resultados maqueta caso base y optimizado..... | 73 |
| Resultados caso optimizado calculo de consumo energético..... | 74 |
| Reflexiones finales..... | 76 |
| Recomendaciones..... | 76 |
| Referencias Bibliográficas..... | 77 |
| Anexos..... | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Consumo final mundial de energía (Mtep;%) comparación entre 1973-2019..... | 25 |
| Figura 2. Consumo final de energía ALC por fuente de energía (Mtep; %)..... | 25 |
| Figura 3. Consumo de energía eléctrica por habitante, desde el 2012 hasta 2021 (KWh/hab.)..... | 26 |
| Figura 4. Consumo de energético por habitante en Ecuador, desde el 2012 hasta 2021 (KWh/hab.)..... | 26 |
| Figura 5. : Evolución de la energía facturada en el Ecuador por grupo de consumo 2008 – 2020..... | 26 |
| Figura 6. Demanda de energía por áreas de utilización del servicio de energía eléctrica en el año 2022.... | 27 |
| Figura 7. Mapa de Pichincha del consumo eléctrico promedio por parroquia desde septiembre 2020 hasta febrero 2021..... | 28 |
| Figura 8. Efectos de la luz solar en el interior de la vivienda..... | 28 |
| Figura 9. Mapa problemática, causas y efectos..... | 29 |
| Figura 10. Arquitectura Bioclimática con sistemas solares pasivos..... | 31 |
| Figura 11. El calor que gana y pierde el cuerpo humano..... | 32 |
| Figura 12. Radiación solar..... | 32 |
| Figura 13. Tipos básicos de protectores solares y su proyección de sombra..... | 33 |
| Figura 14. Insidencia de la luz y ubicación del observador, refleja el sol y las nubes..... | 34 |
| Figura 15. Elemento de composición de pantalla solar metálica..... | 35 |
| Figura 16. Aparcamiento Terre Sud, Bègles, Francia, ventilación e iluminación naturales que brinda la malla para arquitectura de HAVER..... | 35 |
| Figura 17. Pantalla de cable MULTI-BARETTE 8301..... | 35 |
| Figura 18. Pantalla de cable MULTI-BARETTE 8123..... | 33 |

| | |
|---|-------|
| Figura 19. Pantalla de cable MULTI-BARETTE 8130..... | 36 |
| Figura 20. Pantalla de metal DOGLA-TRIO 1011..... | 36 |
| Figura 21. Pantalla de metal LARGO-PLENUS 2022..... | 36 |
| Figura 22. Pantalla de metal LARGO-TWIST 2045..... | 36 |
| Figura 23. Pantalla fina ALTERNA 6012..... | 36 |
| Figura 24. Pantalla fina MULTIPLEX 9237..... | 36 |
| Figura 25. Pantalla fina STRUCTURA 6501..... | 37 |
| Figura 26. Pantalla especial de chapa láser..... | 37 |
| Figura 27. Pantalla especial de tejido desarrollado..... | 37 |
| Figura 28. Prueba realizada en la Universidad Del Este de Michigan, toma de temperaturas sin y con la malla metálica..... | 38 |
| Figura 29. Fachada edificio Kunsthalle con panel como sistema de protección solar..... | 39 |
| Figura 30. Vista cercana del panel de proteccion solar de HAVER..... | 40 |
| Figura 31. Fachada del edificio the drum is caling, con el panel metalico de protección..... | 41 |
| Figura 32. Vista interior chesapeake car park..... | 41 |
| Figura 33. Fachada del edificio chesapeake car park..... | 42 |
| Figura 34. Fachadas arquitectónicas edificio chesapeake car park..... | 42 |
| Figura 35. Cuadro Información General del Proyecto..... | 47 |
| Figura 36. Mapa metodológico..... | 48-49 |
| Figura 37. Área de estudio, sector norte de Quito..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 38. Ficha técnica Referente 1..... | 52 |
| Figura 39. Ficha técnica Referente 2..... | 53 |
| Figura 40. Ficha técnica Referente 3..... | 54 |
| Figura 41. Ficha técnica Referente 4..... | 55 |
| Figura 42. Ficha técnica Referente 5..... | 56 |
| Figura 43. Edificio Urban Plaza..... | 58 |
| Figura 44. Gráfico de pastel pregunta 1..... | 59 |
| Figura 45. Gráfico de pastel pregunta 2..... | 60 |
| Figura 46. Gráfico de pastel pregunta 3..... | 60 |
| Figura 47. Gráfico de pastel pregunta 4..... | 60 |
| Figura 48. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste..... | 61 |
| Figura 49. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste..... | 61 |
| Figura 50. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste..... | 62 |
| Figura 51. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste..... | 62 |
| Figura 52. Simulación de sombras del 21 de mayo de 2023, edificio urban plaza estado actual..... | 63 |
| Figura 53. Simulación de sombras del 21 de junio de 2023, edificio urban plaza estado actual..... | 63 |
| Figura 54. Simulación de sombras del 21 de septiembre de 2023, edificio urban plaza estado actual..... | 63 |
| Figura 55. Incorporación del Sistema de Protección Solar..... | 64 |
| Figura 56. Detalle en corte de pantalla de cable..... | 64 |
| Figura 57. Malla o pantalla de cable..... | 65 |

| | |
|--|----|
| Figura 58. Detalles de malla o pantalla de cable..... | 65 |
| Figura 59. Maqueta caso base sin sistema de protección solar..... | 66 |
| Figura 60. Maqueta caso optimizado con sistema de protección solar..... | 66 |
| Figura 61. Termometro ambiental digital..... | 66 |
| Figura 62. Temperaturas maqueta de caso base 10 de Marzo..... | 67 |
| Figura 63. Temperaturas maqueta de caso optimizado 10 de Marzo..... | 67 |
| Figura 64. Temperaturas maqueta de caso base 11 de Marzo..... | 68 |
| Figura 65. Temperaturas maqueta de caso optimizado 11 de Marzo..... | 68 |
| Figura 66. Temperaturas maqueta de caso base 16 de Marzo..... | 68 |
| Figura 67. Temperaturas maqueta de caso optimizado 16 de Marzo..... | 69 |
| Figura 68. Temperaturas promedio del caso base, caso optimizado y porcentaje de reducción..... | 73 |
| Figura 69. Temperaturas tomadas con pistola térmica en la edificación urban plaza..... | 74 |
| Figura 70. Prototipo sin sistema de protección solar..... | 74 |
| Figura 71. Prototipo 3D con sistema de protección solar..... | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Tabla sintetizada de referentes..... | 43 |
| Tabla 2: Parametros de las 5 edificaciones seleccionadas..... | 57 |
| Tabla 3: Medición de temperaturas viernes 10 de marzo del 2023..... | 67 |
| Tabla 4: Medición de temperaturas sábado 11 de marzo del 2023..... | 67 |
| Tabla 5: Medición de temperaturas jueves 16 de marzo del 2023..... | 68 |
| Tabla 6: Promedio de temperaturas del caso base, caso optimizado y porcentaje de reducción..... | 73 |
| Tabla 7: Materiales de construcción y su masa térmica..... | 75 |

ETAPA 1
CONOCIMIENTO PREVIO

Introducción al problema de estudio

La arquitectura se ha asociado durante mucho tiempo con la vida, pero está diseñada para proporcionar a las personas condiciones de vida cómodas en el marco de la salud (Cubillos et al., 2014), por lo tanto, consiste en satisfacer las necesidades del hombre con un espacio para que pueda vivir y estar cómodo (Delgadillo, 2013), es decir que la arquitectura es un espacio para que el ser humano habite pero que pueda cumplir con los requerimientos que necesite.

Sin embargo, el crecimiento de la población y el cambio climático han afectado la comodidad humana en los espacios. Esto muestra la alta demanda de recursos y energía relacionados con el desarrollo sostenible (Cubillos et al., 2014), lo que se puede decir en relación a lo anterior, el hábitat del ser humano y la arquitectura no están siendo aptas, ya que no se está pensando en un buen confort interior y dejándolo como necesidad, colocando a los artefactos eléctricos como prioridad, así ayudando a la demanda de consumo energético.

“A nivel mundial en el 2019, el consumo final de energía fue de 9,938 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), duplicándose con respecto al consumo registrado en 1973; concentrándose entre los países OCDE y China quienes participan con aproximadamente el 59% del consumo total mundial en tanto que América Latina y el Caribe contribuye con el 4.6%.” (OLADE, 2021).

Mientras tanto, en América Latina y el Caribe, el gasto energético total en 2019 fue de 618 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), aproximadamen-

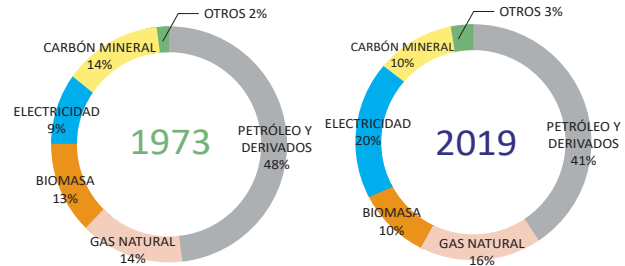


Figura 1. Consumo final mundial de energía (Mtep;%) comparación entre 1973-2019

Fuente. OLADE, 2021

te cuatro veces el nivel de gasto registrado en 1973. El gasto total en la región dominada por el petróleo y los derivados, representa más del 50% de la cuota de mercado en 2019 y mostrando una tendencia creciente en el uso de electricidad, gas natural y energías renovables (OLADE, 2021).

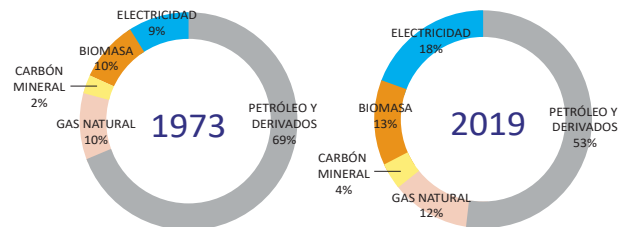


Figura 2. Consumo final de energía ALC por fuente de energía (Mtep; %)

Fuente. OLADE, 2021

En Ecuador, el consumo de electricidad per cápita aumentó un 30,9% entre 2011-2021, de 1.1758 kWh a 1.537 kWh per cápita. Sin embargo, debido al impacto de la pandemia de COVID-19, el consumo de electricidad en 2020 es significativamente menor que en otros años, como se muestra en el gráfico a continuación (Minas, 2021).

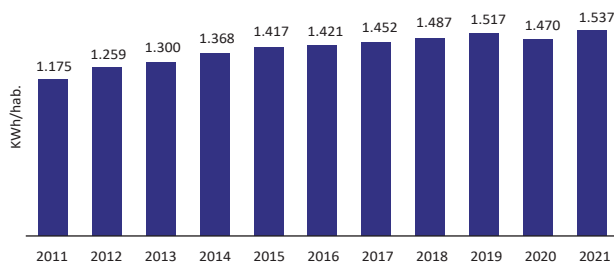


Figura 3. Consumo de energía eléctrica por habitante, desde el 2012 hasta 2021 (KWh/hab.)

Fuente. Tomado de Balance Energético Nacional 2021, para elaboración propia

El consumo de energía per cápita del país aumentó un 1,9 % entre 2011 y 2021, en comparación con 5,17 BEP/persona. Acerca de BEP 5.27/persona Donde hay una caída en 2020, una caída significativa del 9,8% en comparación con 2021.

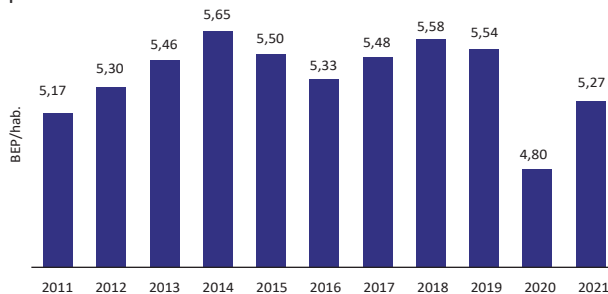


Figura 4. Consumo de energético por habitante en Ecuador, desde el 2012 hasta 2021 (KWh/hab.)

Fuente. Datos tomados de Balance Energético Nacional 2021, para elaboración propia

A su vez, la siguiente figura muestra una comparación de la demanda de consumo eléctrico de los grupos receptores durante el período 2008-2020 con el aumento desmesurado del sector industrial del 147% (IIGE, 2019).

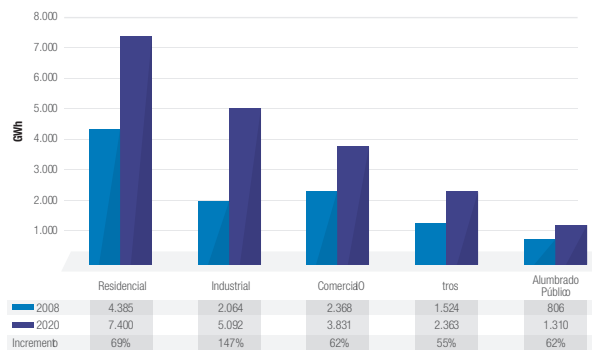


Figura 5. Evolución de la energía facturada en el Ecuador por grupo de consumo 2008 – 2020.

Fuente. Tomado de Agencia de regulación y control de electricidad, para elaboración propia

En Ecuador, de enero a julio de 2021, la demanda eléctrica aumentó un 8,13% interanual, el registro de este aumento estuvo influenciado por el resurgimiento paulatino de la actividad comercial e industrial que se lleva a cabo en el país. Según Operador Nacional de Electricidad CENACE, en Ecuador se utilizaron 15.086 gigavatios hora (GWh) entre enero y julio de 2021 (CENACE, 2021).

En ese contexto, la demanda eléctrica en el Ecuador continental a julio de este año está básicamente en línea con la demanda registrada en la región costa, alcanzando un 62,2% de consumo; seguido de Sierra con 34,7% y Amazon con 3,1% (CENACE, 2021).

Hablando a nivel provincial, la demanda eléctrica en Ecuador es consistentemente alta, principalmente en la

ciudad de Quito, ya que es donde más se refleja el consumo eléctrico en las áreas de servicio (IIGE, 2019).

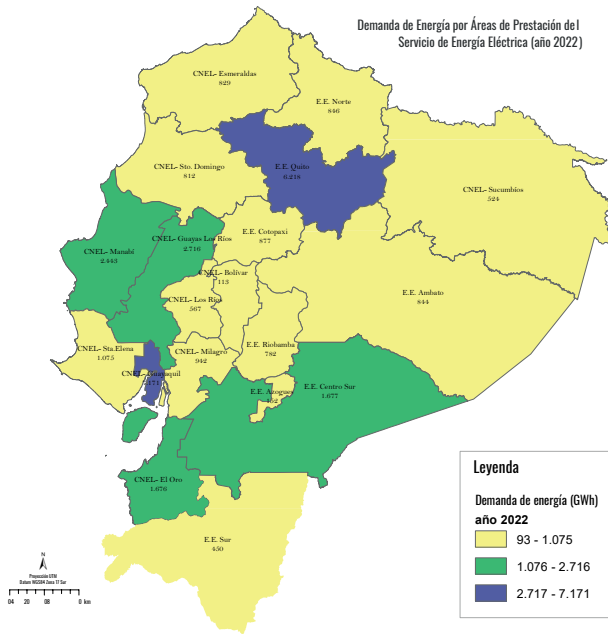


Figura 6. Demanda de energía por áreas de utilización del servicio de energía eléctrica en el año 2022

Fuente. Datos tomados de Agencia de regulación y control de electricidad, para elaboración propia

Pronósticos realizados en las ciudades de Quito y Ecuador, se dice que no existe clasificación energética de viviendas y edificios, ni indicadores de actividad residencial y laboral. Por ello, se está desarrollando un proyecto denominado “Clasificación del Consumo Eléctrico de Edificios Residenciales y Comerciales”, el cual brindará datos reales sobre la eficiencia energética en el casco urbano de la ciudad. (PETROENERGIA, 2018).

Quito se encuentra en el Ecuador a una altitud de 3.000 m sobre el nivel del mar, tiene menos de 3 km de atmósfera, aumenta los rayos UV en un 30% con 19 manchas por estar ubicado en la sierra con un clima templado con una temperatura promedio de 15 °C durante el día, clima cálido y noches frías, estación seca e invierno (Jácome, 2018)

Estas condiciones externas conducen a un mayor consumo de energía, en 2016 fue un aproximado de 408.24 GWh, los hogares consumieron el 88% del total de energía, comercial 9.54%, industrial 0.9%, iluminación 0.01%, otros 1.54% (López, 2016)

Con lo mencionado anteriormente, en el centro norte de la ciudad de Quito desde septiembre del 2020 hasta febrero del 2021 fue donde más energía se ha consumido, y es precisamente que en este sector de la ciudad es donde existen la mayor parte de edificaciones de gran altura, la mayoría de edificios están destinados a uso de comercio y oficinas, razón por la cual gran porcentaje quieren destacar sus fachadas vidriadas conllevando que esta sea la principal causa que las edificaciones no tengan un buen confort interior, ya que en días soleados los rayos dan directamente a las fachadas y no teniendo un sistema de protección solar ingresa directamente al interior, afectando con islas de calor a los espacios, causando al usuario necesidad de sombra obligando a bajar las cortinas o persianas, llevando a otra necesidad de espacios sin de iluminación natural, obligando al usuario al consumo energético.

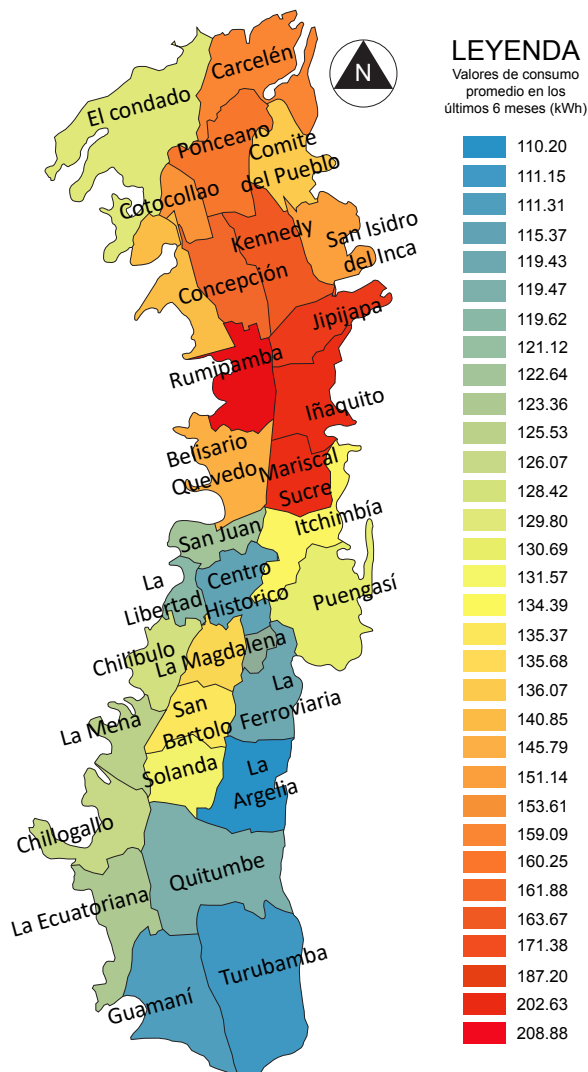


Figura 7. Mapa de Pichincha del consumo eléctrico promedio por parroquia desde septiembre 2020 hasta febrero 2021
Fuente. PETROENERGIA, 2021

La ciudad de Quito por la altura y ubicación es más vulnerable a la radiación UV, debido a su altura, Quito tiene 3 kilómetros menos de atmósfera que otras ciudades a nivel del mar. Eso significa que la atmósfera no pueda absorber una mayor cantidad de radiación. Zalakeviçute (2017) explica que los UV se incrementan en un 10% en cada kilómetro. En Quito hay 30% más de rayos UV, por lo que en las edificaciones de gran altura es donde llega la radiación con más fuerza.

En la actualidad las edificaciones son mal diseñadas, ya que presentan sobrecalentamiento a los espacios interiores, causando falta de iluminación y confort, obligando al usuario al consumo de sistemas eléctricos de enfriamiento, ignorando que se puede aprovechar las condiciones del entorno.

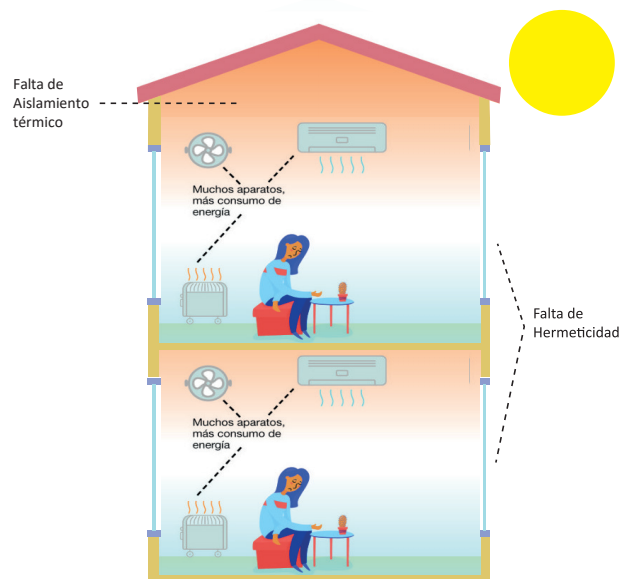


Figura 8. Efectos de la luz solar en el interior de la vivienda
Fuente. Elaboración propia, 2022

Árbol de Problemas

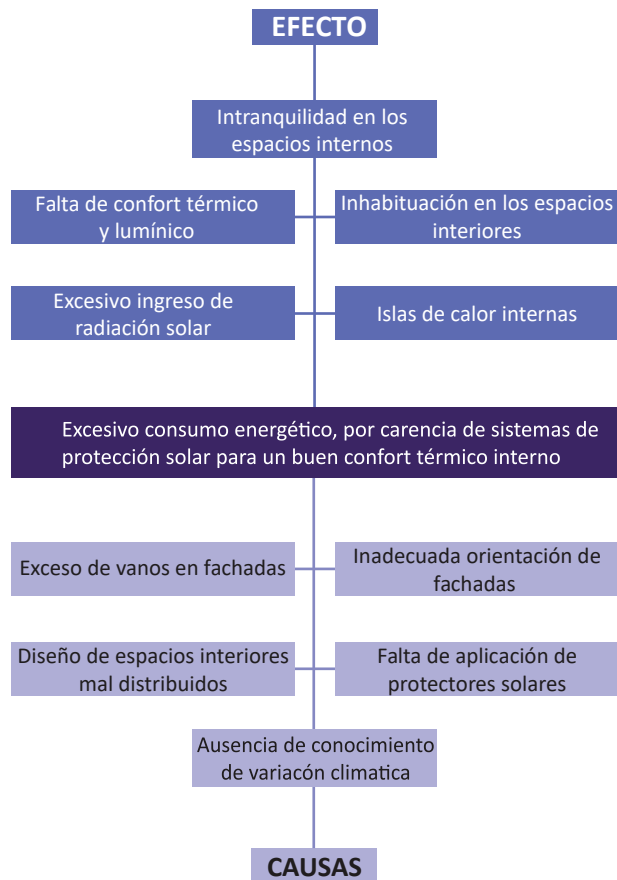


Figura 9. Mapa problemática, causas y efectos
Fuente. Elaboración propia (2023)

Justificación

El presente trabajo investigativo tiene como interés a realizar una meditación con relación al estado actual del confort térmico en las edificaciones en altura de la ciudad de Quito, enfocándose en el elevado consumo energético. Por ello se plantea alternativas para poder encontrar un confort interior adecuado, dejando a un lado los aparatos eléctricos de climatización y ventilación, siendo el auge en consumo energético.

Se propondrá implementar algunas alternativas de sistemas de protección solar, que se adapten a las condiciones exteriores de las edificaciones sin afectar principalmente al concepto de su fachada, con sistemas de protección dinámicos, rígidos, pantallas o mallas metálicas, dejando ingresos de iluminación natural conforme las necesidades del confort, dándonos como resultado una reducción del consumo energético de una manera considerable.

Esta investigación se la realizara mediante métodos cuantitativos y cualitativos, con simulaciones en softwares que nos permitan analizar ciertos criterios que no pueden ser observados. Para esto es importante realizar un correcto levantamiento de forma y función de las edificaciones seleccionadas, realizando fichas técnicas y un modelado 3D con todas las características de la edificación que tenga más problemática.



Objetivos

Objetivo general

Proponer e implementar un prototipo de un sistema de protección solar en edificaciones de gran altura en la ciudad de Quito, así tratar de disminuir el impacto del consumo energético y la radiación solar a espacios interiores para un mejor confort térmico.

Objetivos específicos:

Investigar los diferentes tipos de sistemas de protección solar existentes, para proponer el más acorde a la edificación seleccionada, sin afectar su diseño y forma.

Conocer el comportamiento del sol en Quito y obteniendo información de las condicionantes, implementar el sistema de protección solar más conveniente.

Elaborar prototipos en 3D, maquetas de simulación a edificación actual y con el sistema de protección solar, así poder observar las disminuciones de temperaturas, para mejorar el confort térmico y reducir el consumo energético.

Fundamentación teórica

PROPUESTA DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA A EDIFICACIONES EN ALTA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO Y REFORZAR EL CONFORT TÉRMICO INTERIOR MEDIANTE PANTALLAS, MALLAS O TELAS DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR.

Durante el siglo XVIII, la Revolución Industrial vio crecer los problemas ambientales causados por los altos niveles de dióxido de carbono (CO₂) provocados por los inventos de industrialización de la época. (Barranco, 2015)

La invención de los automóviles, la maquinaria y la electrónica llevó a una arquitectura menos reflexiva, por lo que las fachadas de vidrio reemplazaron la ventilación natural del edificio, cortando la entrada de aire y obligando a su interior a estar 100% climatizado. Nace una moda que cada día se hace más fuerte. Por lo tanto, el término “diseño bioclimático” comenzó a usarse en la Ciudad de México y comenzó a ser considerado como parte del proceso de diseño arquitectónico. (Barranco, 2015).

La arquitectura bioclimática es el uso de las condiciones climáticas y ambientales para lograr un nivel suficiente de confort en un edificio, que también está influenciado por el diseño y los elementos básicos del edificio. La herramienta más importante que necesitamos para comenzar es la ubicación, porque esta herramienta debe estudiarse cuidadosamente para que sea lo suficientemente cómoda para comenzar un buen proyecto (Pesantes, 2014).

En arquitectura, los edificios son escudos contra la llu-

via, el viento y también pueden ser filtros sutiles de luz y calor, conocidos como sistemas solares pasivos, porque no se necesita luz artificial para iluminar el edificio (Conforme, 2020).

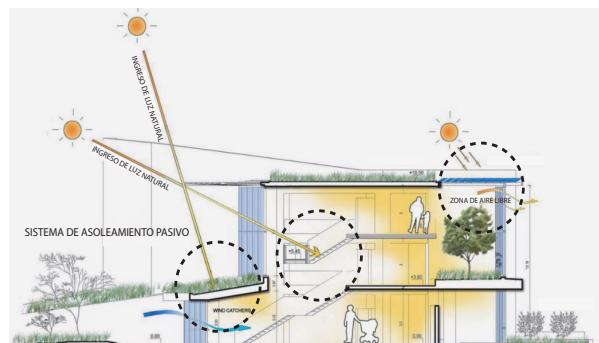


Figura 10. Arquitectura Bioclimática con sistemas solares pasivos
Fuente. Universidad del Medio Ambiente

Según Sanchez (2020), la arquitectura bioclimática implica diseñar edificios de manera que reduzca su impacto ambiental, reduzca el consumo de energía y tenga en cuenta las condiciones climáticas mediante el uso de los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, viento).

El confort climático se lo ha tenido en cuenta como el primer campo para una adecuada habitabilidad con esto dirigiéndonos a dos campos generales: la calidad del aire y la renovación del aire (Rodríguez, 2013), y que dependerá mucho con la calidad del aire y la renovación para que exista una buena ventilación natural.

El segundo campo a tener en cuenta es el confort térmico, más estudiado y que trata sobre fenómenos energéticos como la mezcla de energía entre el cuerpo y el medio ambiente. Existen factores del ambiente que lo alteran, es decir: temperatura del aire, temperatura radiante, humedad relativa del aire, velocidad del aire, calor ambiental. (Rodríguez, 2013)

El hombre ha luchado y evolucionado por establecer un entorno térmico que sea cómodo. Podemos notar en las edificaciones que se han ido construyendo en el mundo desde la antigüedad hasta el presente. En la actualidad, crear un adecuado ambiente térmico para el humano, es un desafío, ya que deberemos tomarlo en cuenta como una de las variables más importantes cuando vamos a diseñar o construir edificaciones (Castells, 2017).

El cuerpo humano quema alimentos y generan calor residual como cualquier máquina. Para mantener una temperatura interna de 37°C, debe disipar el calor por conducción, convección, radiación y evaporación. A medida que la temperatura ambiente se acerca a la temperatura corporal, el cuerpo ya no puede hacer circular el calor debido a la falta de gradiente de temperatura y la única forma de enfriarse es mediante la evaporación. (TRIDIA, 2017)

Lo habitable se refiere a la conexión de un espacio arquitectónico y las personas que lo habitan. Primero, son estabilidad necesaria de los medios que cada persona lo tiene, por otro lado, la satisfacción de las necesidades humanas es el fin de la propia arquitectura. Por lo tanto, los espacios deben estar

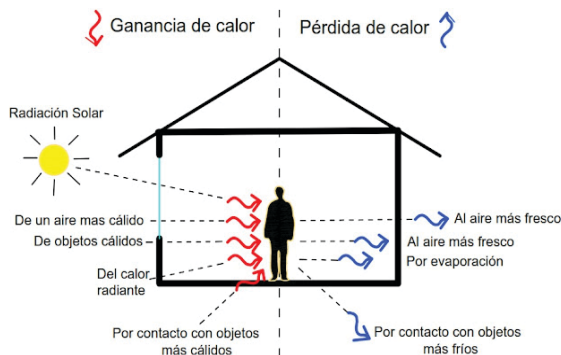


Figura 11. El calor que gana y pierde el cuerpo humano
Fuente: Juan Omar Molina Fuertes, (2017)

llenos de condiciones que les permitan satisfacer las necesidades de las personas que habitan en ellos (Rojas, 2018).

La habitabilidad, que se expresa generalmente en forma cualitativa, dado que el espacio arquitectónico surge de las actividades de hombre, que son la manifestación explícita de modos de vida específicos, son expresiones culturales definibles pero no mensurables espacialmente. Cualquier propuesta que sólo tome en cuenta los aspectos cuantitativos, olvidando los conceptuales o cualitativos, resultará incompleta y equivocada (Villagran, 2017).

En la época de verano está acompañada de las expresiones “que calor hace” o “el sol arde”. Con esto afirmamos que es debido a la incidencia de radiación solar que recibimos en cierto momento del año dependiendo de la latitud en la que nos ubiquemos. La magnitud de esta incidencia se conoce como irradiancia, y se mide W/m². Dicha radiación se puede clasificar como directa, difusa y reflejada. La suma de estos tres tipos de radiación se conoce como radiación global (Macías, 2019).

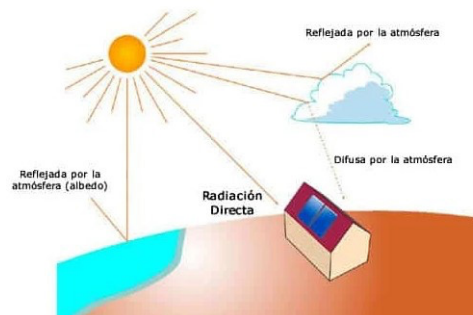


Figura 12. Radiación solar
Fuente: Juan Omar Molina Fuertes, (2019)

Los sistemas de protección solar reducen la intensidad de la radiación recibida (directa, difusa y reflejada) al mismo tiempo que aseguran de recibir luz natural adecuada, por lo que es una estrategia de diseño tan importante en ciudades con altos niveles de radiación. Este efecto se consigue por el tamaño y la posición del sistema de protección, que proyectará la zona sombreada, cuanto mayor sea la sombra, menos calor se transfiere a través de la ventana. (Macías, 2019).

En las orientaciones al sur, que suele ser las que más sufren los momentos más calurosos del día (en el hemis-

ferio norte), los mejores sistemas de protección solar son sistemas horizontales ya que, al interponerse entre el Sol y nuestros edificios, generarán una zona de sombra mayor. La fachada oeste, por donde se pone el Sol, tras estar sometido el edificio durante todo el día a la radiación solar en otras orientaciones, también es, junto a la orientación sur, una de las que más sufre los efectos del sobrecalentamiento por la incidencia directa de la radiación solar (ARREVOL, 2017).

Los sistemas de protección solar pueden ser: horizontales, verticales, modulares y pantallas solares, cada uno con sus distintas proyecciones de sombra.

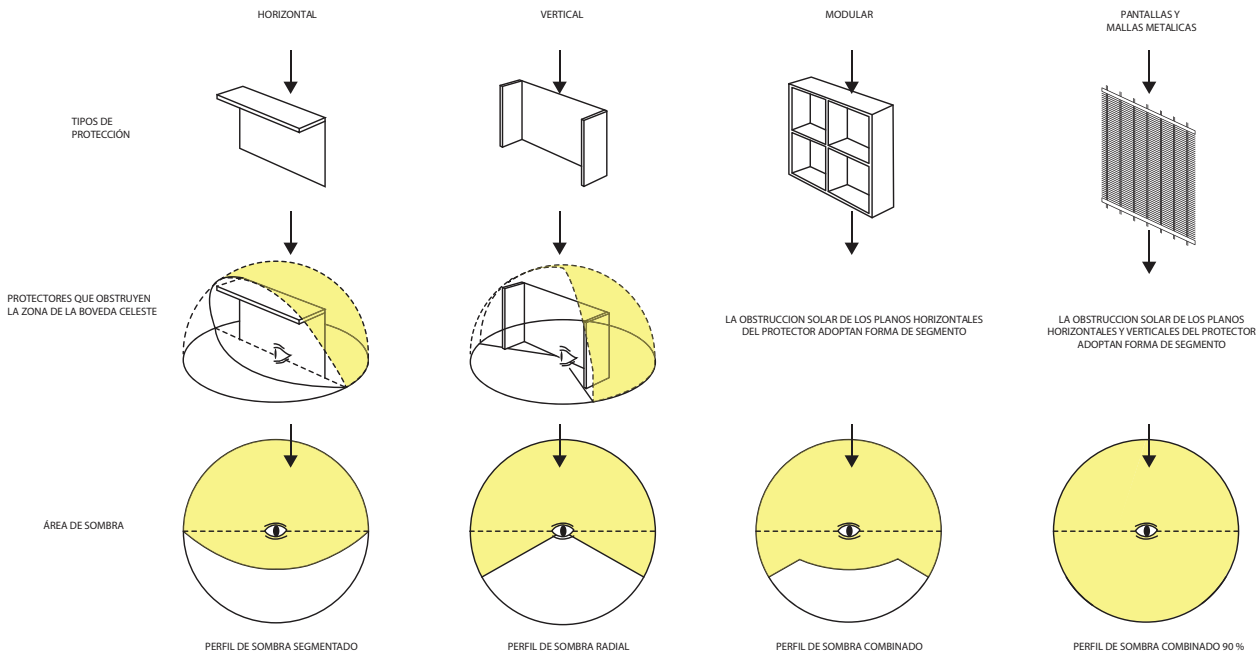


Figura 13. Tipos básicos de protectores solares y su proyección de sombra
Fuente: Llorach, 2017

Un sistema de protección solar es un elemento principal para analizar el comportamiento directo del sol para que los espacios interiores tengan luz natural y eficiencia térmica relacionado con el rendimiento solar. Existen variedades de dispositivos que se pueden utilizar para el controlar la luz solar, que pueden ser eficaces para lograr luz natural donde se necesite y para eliminar las zonas con posibilidad de deslumbramiento. (Cabrera, 2009)

Las pantallas o mallas metálicas en la arquitectura se prefieren en combinación con la apariencia única de la fachada, con la incorporación de nuevas perspectivas para el diseño innovador del arquitecto, lo que permite soluciones arquitectónicas de iluminación para interiores y muchos otros espacios al aire libre, contribuyendo a la arquitectura bioclimática (HAVER&BOECKER, 2022).

Las pantallas arquitectónicas ayudan a dar a los arquitectos y planificadores muchas opciones de diseño para fachadas exteriores, combinando una estética de alta calidad con una excelente funcionalidad tanto en proyectos de nuevas construcciones como en remodelaciones. De esta manera, los edificios se pueden reevaluar y actualizar individualmente (HAVER&BOECKER, 2022)

Según la proporción o de la incidencia de luz y la posición del observador, la tela da un efecto transparente u opaco, reflejando el sol y las nubes, y gracias al reflejo de la luz y la sombra, brilla como una segunda piel. Las pantallas metálicas cumplen funciones de seguridad, protegen del sol y contribuyen al aislamiento acústico. Los sistemas de fijación probados garantizan un montaje individual y una seguridad óptima incluso en edificios muy altos con fuertes cargas de viento (HAVER&BOECKER, 2022)



Figura 14. Incidencia de la luz y ubicación del observador, refleja el sol y las nubes

Fuente: Datos tomados de Haver & Boecker, 2020, para elaboración propia

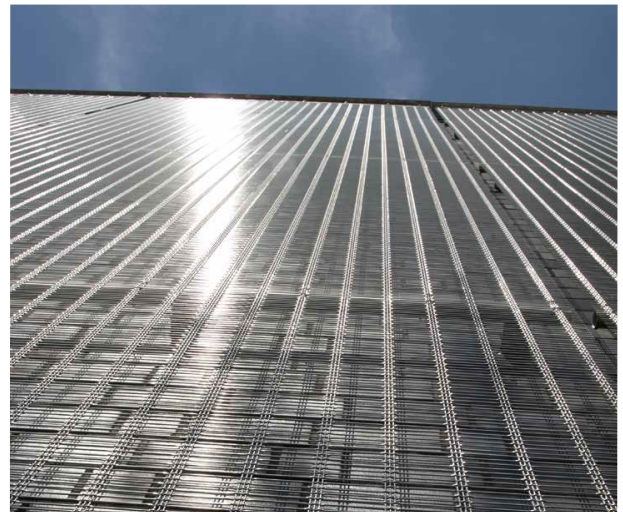


Figura 15. Elemento de composición de pantalla solar metálica

Fuente: Haver & Boecker, 2020

Hay varias ventajas en la instalación de los sistemas de protección solar, una de las principales es la ventilación y la iluminación, la transparencia de las pantallas proporciona ventilación natural para la arquitectura. Debido a la apertura de la superficie de la pantalla, se puede ahorrar el costo de los sistemas de ventilación, esto no solo reduce los costos de consumo de energía, sino que también causa un impacto positivo al medio ambiente, con el porcentaje de abertura de las pantallas metálicas varía entre el 40% hasta el 60% con esto permitiendo el ingreso de luz natural a los espacios interiores, con lo que desistiremos de luz artificial durante el día (HAVER&BOECKER, 2022)



Figura 16. Aparcamiento Terre Sud, Bègles, Francia, ventilación e iluminación naturales que brinda la malla para arquitectura de HAVER
Fuente: Haver & Boecker, 2020

Un caso muy particular es la protección perfecta contra el sol ya que las telas de acero inoxidable en la fachada del edificio son aplicables en todas las condiciones climáticas, ya sea frío o nieve, ya sea calor del desierto o viento fuerte. Gracias al ajuste preciso de la superficie de apertura, las celosías arquitectónicas refractan y filtran la luz solar, creando así un ambiente agradablemente fresco y luminoso. La estructura de la pintura arquitectónica pro-

porciona sombra efectiva, especialmente en verano en un ángulo alto de luz solar (GKD, 2020).

Los tipos de Pantallas Metálicas son los siguientes:

Pantallas de Cable

Las telas de cable son flexibles en la dirección de los cables y estables en dirección de las varillas. Son adecuadas para proyectos de arquitectura, tanto en interiores como en exteriores. Dependiendo de la elección del tejido, se obtienen las más diversas estructuras de mallas con efectos ópticos y de luz específicos.

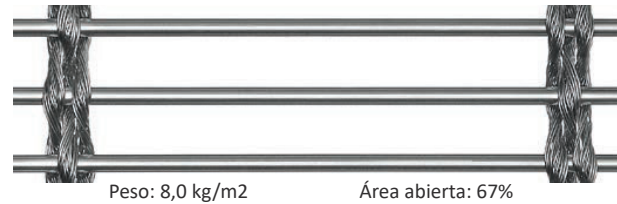


Figura 17. Pantalla de cable MULTI-BARETTE 8301
Fuente: Haver & Boecker, 2020

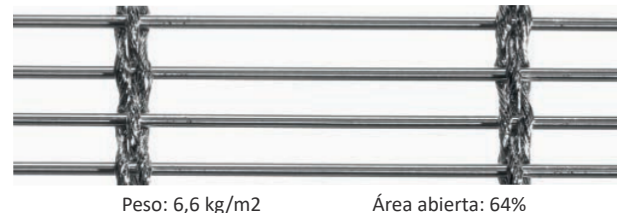


Figura 18. Pantalla de cable MULTI-BARETTE 8123
Fuente: Haver & Boecker, 2020

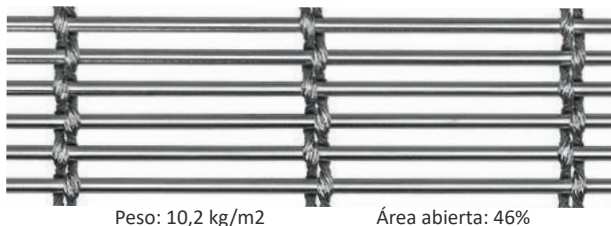


Figura 19. Pantalla de cable MULTI-BARETTE 8130
Fuente: Haver & Boecker, 2020

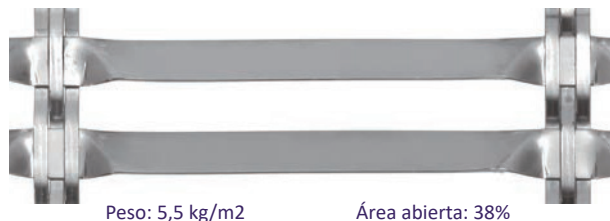


Figura 22. Pantalla de metal LARGO-TWIST 2045
Fuente: Haver & Boecker, 2020

Pantallas de Metal

Nuestras telas metálicas son tan diversas como la arquitectura misma. Dependiendo de la elección de los alambres de urdimbre y de trama así como del tipo de tejido, se obtienen diversas estructuras de mallas con efectos ópticos y de luz específicos.

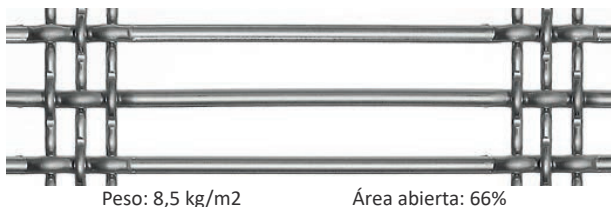


Figura 20. Pantalla de metal DOGLA-TRIO 1011
Fuente: Haver & Boecker, 2020

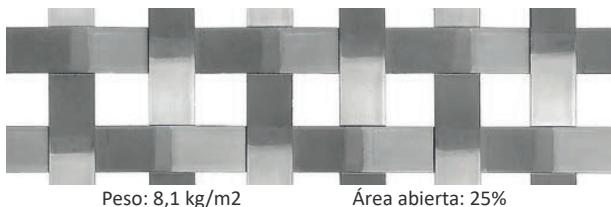


Figura 21. Pantalla de metal LARGO-PLENUS 2022
Fuente: Haver & Boecker, 2020

Pantallas finas para arquitectura de interiores

Los tipos de pantallas de cables de filigrana aquí denominados como “tejido fino” presentan una estructura fina. En consecuencia, se utilizan preferentemente en interiores. Según los tejidos se obtienen distintas estructuras de mallas con estructuras interesantes y efectos de luz ópticos específicos.

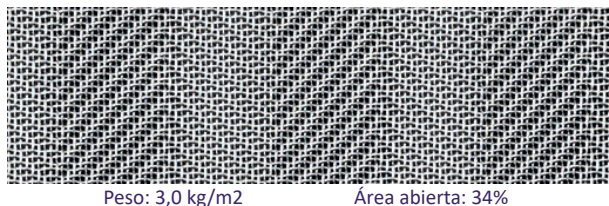


Figura 23. Pantalla fina ALTERNA 6012
Fuente: Haver & Boecker, 2020

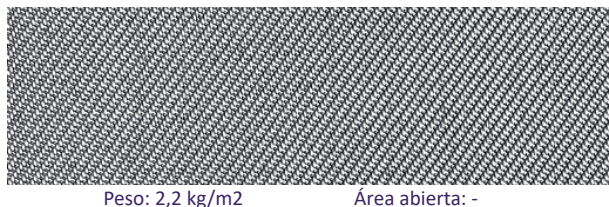


Figura 24. Pantalla fina MULTIPLEX 9237
Fuente: Haver & Boecker, 2020



Peso: 1,1 kg/m²

Área abierta: 22%

Figura 25. Pantalla fina STRUCTURA 6501

Fuente: Haver & Boecker, 2020

Pantallas especiales para arquitectura

Largo Diseño

Es una pantalla arquitectónica que es altamente personalizable a los requerimientos según la necesidad del usuario. La pantalla de acero inoxidable se compone esencialmente de perfiles de chapa láser, que se pueden fabricar con una gran variedad de geometrías.

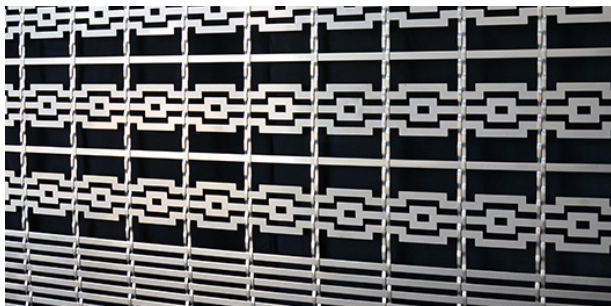
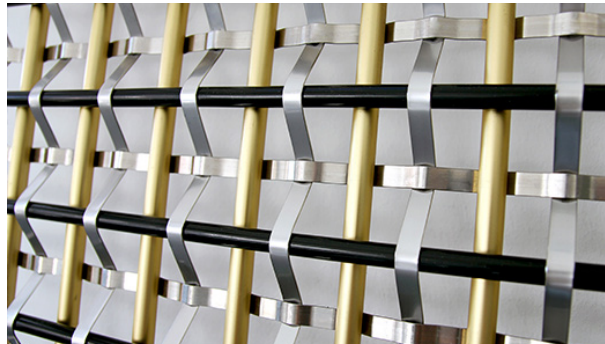


Figura 26. Pantalla especial de chapa láser

Fuente: Haver & Boecker, 2020

Largo Fuerte

Se compone de perfiles planos en combinación con perfiles redondos. Debido al nuevo tejido desarrollado, es particularmente estable y robusto, tiene una estructura muy fuerte y una apariencia inusual.



Peso: 6,9 kg/m²

Área abierta: 45%

Figura 27. Pantalla especial de tejido desarrollado

Fuente: Haver & Boecker, 2020

FUNCIÓN DE SOMBREADO DE LAS PANTALLAS DE METAL

Los materiales de revestimiento de fachada modernos a menudo permiten que la contaminación causada por la radiación solar penetre muy rápidamente en el interior del edificio. En los meses de verano o en climas soleados, se requiere acondicionamiento adicional, lo que afecta negativamente el balance energético del edificio. Podemos reducir este efecto con sombreado de malla de alambre utilizado como sistema de protección solar, nuestro tejido arquitectónico reduce significativamente la temperatura superficial de la fachada (GKD, 2020).

Esto también puede reducir la cantidad de aislamiento requerido para la envolvente del edificio. En una prueba práctica realizada en la Universidad del Este de Michigan (Ypsilanti, EE. UU.) en agosto a una temperatura del aire exterior de 23,9 °C, la malla metálica fueron capaces de reducir la temperatura de la pared en un 19 %. Mientras que se midió una temperatura de 34,4 °C en la pared no sombreada, la temperatura de la pared en el área sombreada era de solo 27,8 °C (GKD, 2020).

Con una regla de tres y una resta, se puede adquirir el resultado de lo que se pudo reducir la temperatura exterior de la pared y por ende se podrá también reducir la temperatura interior de la edificación. porciona sombra efectiva, especialmente en verano en un ángulo alto de luz solar (GKD, 2020).

Si 34,4 °C → 100%

el 27,8°C → X

$$\frac{100\% * 27,8\text{ °C}}{34,4\text{ °C}} = 80,8\%$$

$$100\% - 80,8\% = 19,2\%$$

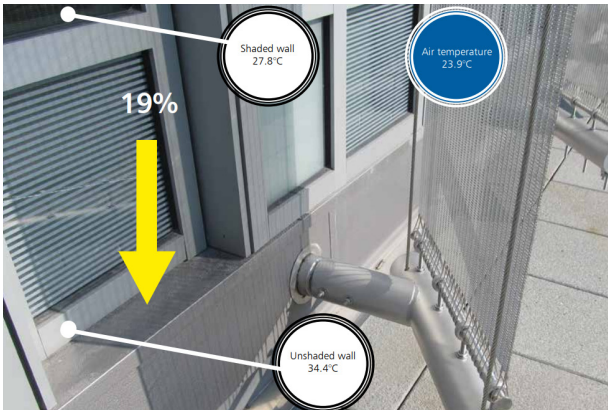


Figura 28. Prueba realizada en la Universidad Del Este de Michigan, toma de temperaturas sin y con la malla metálica. Fuente: Haver & Boecker, 2020

Casos de Estudio

Los referentes arquitectónicos analizados y que se tomaron en cuenta fueron elegidos con relación a la investigación.

1. Edificio Kunsthalle Mannheim



Arquitecto: Gmp Architects

Ubicación: Mannheim, Francia

Año: 2017

Categoría: Público

La composición de los cubos que forman habitaciones está conectada visualmente por una fachada sofisticada hecha de tela de acero inoxidable de color bronce. La cubierta translúcida crea un diálogo sutil entre el mundo interior y el exterior. Al mismo tiempo, la transparencia magistralmente variable de la tela traduce la escala del edificio, creando una sensación equilibrada de cercanía y lejanía (GKD, 2020).

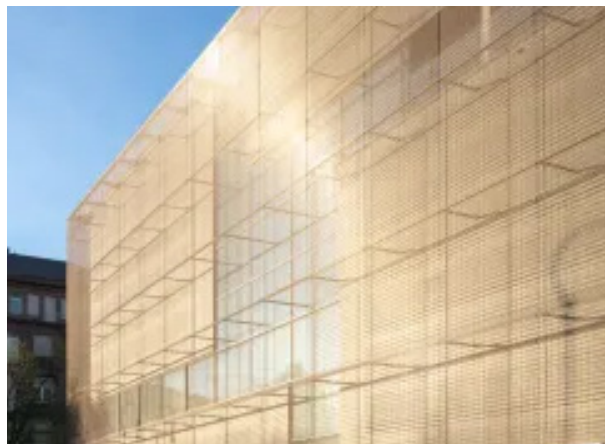


Figura 29. Fachada edificio Kunsthalle con panel como sistema de protección solar

Fuente: Haver & Boecker, 2020

Se utilizaron un total de 72 paneles, cada uno de los cuales mide alrededor de 20 metros de largo y 3,26 metros de ancho, para crear la piel sofisticada que le da a la Kunsthalle su rostro versátil. Con el brillo discreto del cálido tono bronce, el tejido acabado refleja el color de la piedra arenisca utilizada en los edificios vecinos. La gran fachada de tela de acero inoxidable mide más de 4.600 metros cuadrados y cambia de apariencia a lo largo del día, en todas las condiciones climáticas, de cerca o de lejos (GKD, 202)

La mata utilizada dio un mejoramiento al diseño, sin afectar a la composición de la fachada, no obstruye la vista, el ingreso de iluminación natural, ventilación. Pero se observa que mejoró en la sombra que da hacia los espacios interiores, con eso reduciendo las islas de calor y ayudando a la disminución de aparatos electrónicos para bajar el consumo energético del edificio



Figura 30. Vista cercana del panel de protección solar de HAVER
Fuente: aver & Boecker, 2020

2. THE DRUM IS CALLING



Arquitecto: Terra Ether Architects
Ubicación: Isibalo-Sudáfrica
Año: 2005
Categoría: Público

Combinación de simbolismo y protección solar

Se utilizaron un total de 2.280 metros cuadrados de malla para crear 41 paneles de diferentes anchos y 10,14 metros de altura. Los paneles que miran al tambor están plegados y fijados con soportes, por lo que siempre siguen la forma del edificio en forma paralela y horizontal (GKD, 2020).

Durante este proceso, es importante alinear correctamente las costuras del patrón de un panel a otro. Por lo tanto, el diseño de los postes es muy importante para el aspecto realista del panel hueco.

Buismet utilizó un total de 75 tipos diferentes de grapas para fijar y estirar el tejido. Alinear los nudos a lo largo de la curvatura del edificio fue el mayor desafío al que se enfrentó la sucursal sudafricana de la empresa de mallas metálicas. Los cuatro tipos diferentes de botones difieren no solo en forma y tamaño: los 500.000 botones también están dispuestos con precisión en la cuadrícula para formar un patrón. Deben aplicarse individualmente a la oblea en la fábrica utilizando las plantillas adecuadas (GKD, 2020).

De hecho, los botones no se pueden montar en fábrica, porque los paneles totalmente montados no se pueden enviar: debido al gran tamaño de las piezas, el riesgo de dañar los botones o la rejilla sería demasiado grande.

La falta de tiempo y una gran cantidad de trabajadores locales sin capacitación hicieron que esta enorme tarea fuera aún más difícil. Sin embargo, Terra Ether Architects eligió la malla GKD no solo por su apariencia distintiva y versatilidad en la fachada: en el tambor, el revestimiento brinda una protección solar efectiva y también tiene un efecto anticáida en el balcón.

Cuando se utiliza en edificios de oficinas, la función de protección solar ha demostrado ser muy importante.



Figura 31. Fachada del edificio the drum is caling, con el panel metálico de protección.

Fuente: Haver & Boecker, 2020

3. CHESAPEAKE CAR PARK



Arquitecto: Elliott + Associates Arquitectos

Ubicación: OKLAHOMA, ESTADOS UNIDOS

Año: 2008

Categoría: Público

La simulación comienza renombrando el lugar como “Estacionamiento” y visualizando un lugar para estacionar el auto. El objetivo es simplemente reconocer la respuesta típica a la mayoría de las situaciones de estacionamiento. Los clientes a menudo los describen como negros, sucios, cortos, enredados y grasientos. Un lugar al que nadie quiere ir. Con un enfoque en la función, la seguridad y la compatibilidad del campus, el nuevo estacionamiento de Chesapeake es una declaración positiva sobre la corporación y su importancia para la calidad del entorno del campus.



Figura 32. Vista interior chesapeake car park

Fuente: Haver & Boecker, 2020

Para Chesapeake, cada detalle es un reflejo de nosotros mismos y de la imagen que proyectamos en nuestros huéspedes. El edificio ocupa una manzana y tiene capacidad para 791 vehículos. Con una escala tan grande, los arquitectos rodearon la estructura con una malla de acero inoxidable de 3/8 de pulgada de ancho. El tejido abierto al 25 % permite que el movimiento del aire se ajuste a las reglas y responda a la luz de Oklahoma.

Con 300 días de sol al año, las propiedades reflectantes de la malla permiten que la superficie se “disuelva” en el cielo con reflejos. Los límites desaparecen y la superficie proporciona un registro diario del clima en constante cambio. Al atardecer, West Rise capturó el momento mágico cuando el amarillo se volvió naranja y finalmente púrpura antes de volverse negro.



Figura 33. Fachada del edificio Chesapeake car park
Fuente: Haver & Boecker, 2020

Una característica única de la fachada son los estabilizadores de aluminio en las fachadas este y sur. Estas extensiones de 4 pies crean ingeniosamente sombras en movimiento que apuntan al contenido. La bola lineal se convierte en la misma línea que el carril de estacionamiento oculto en el medio.

Para “conectar” el estacionamiento con el campus existente al otro lado de la calle, agregamos un muro. Sin embargo, necesitamos un muro “transparente” para cumplir con el criterio de fuente abierta del 25%. Se mantiene una conexión visual y física entre la arquitectura del campus georgiano modificado y la arquitectura moderna del lado opuesto.

Todos nos hemos perdido en un estacionamiento desconocido con un auto alquilado que no recuerdas. Las señales visuales y las colas visuales memorables son cruciales para navegar dentro de la estructura del estacionamiento.

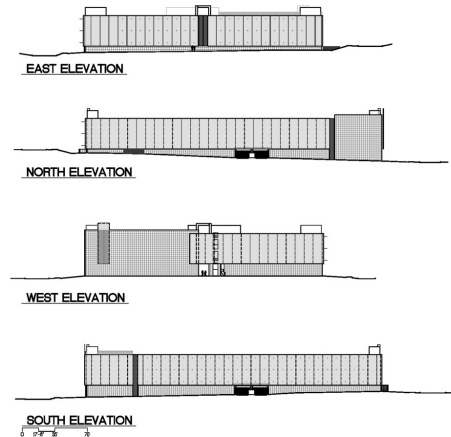


Figura 34. Fachadas arquitectónicas edificio Chesapeake car park
Fuente: Haver & Boecker, 2020

Cuadro comparativo de referentes

Tabla 1: Tabla sintetizada de referentes

| REFERENTE | LINEAMIENTO DE DISEÑOS | CONFORT | | |
|--|--|---------|----------|--------------|
| | | TÉRMICO | LUMÍNICO | HIGROTÉRMICO |
| Edificio Kunsthalle Mannheim  | <p>La composición de los cubos que forman habitaciones está conectada visualmente por una fachada sofisticada hecha de pantalla de acero</p> <p>Al mismo tiempo, la transparencia magistralmente variable de la tela traduce la escala del edificio, creando una sensación equilibrada de cercanía y lejanía.</p> | X | X | X |
| THE DRUM IS CALLING  | <p>Combinación de simbolismo y protección solar.</p> <p>2.280 metros cuadrados de malla para crear 41 paneles con varios anchos y una altura de 10,14 metros.</p> <p>Se utilizo pantallas finas</p> | X | X | X |
| CHESAPEAKE CAR PARK  | <ul style="list-style-type: none"> - Tiene capacidad para 791 vehículos. - Con una escala tan grande, los arquitectos rodearon la estructura con una malla de acero inoxidable de 3/8 de pulgada de ancho. - El tejido abierto al 25 % permite que el movimiento del aire se ajuste a las reglas y responda a la luz de Oklahoma. | X | X | X |

Fuente: Elaboración propia, 2023

ETAPA 2
APLICACIÓN A LA METODOLOGÍA



Información General

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Tipo de proyecto | Proyecto de Investigación |
| Línea de Investigación | Diseño, técnica y sostenibilidad. |
| Área de Investigación | Arquitectura y sostenibilidad |
| Delimitación Espacial | Quito, Pichincha |
| Delimitación temporal | Periodo Académico B22 2022-2023 |

Figura 35. Cuadro Información General del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2022



Introducción a la Metodología

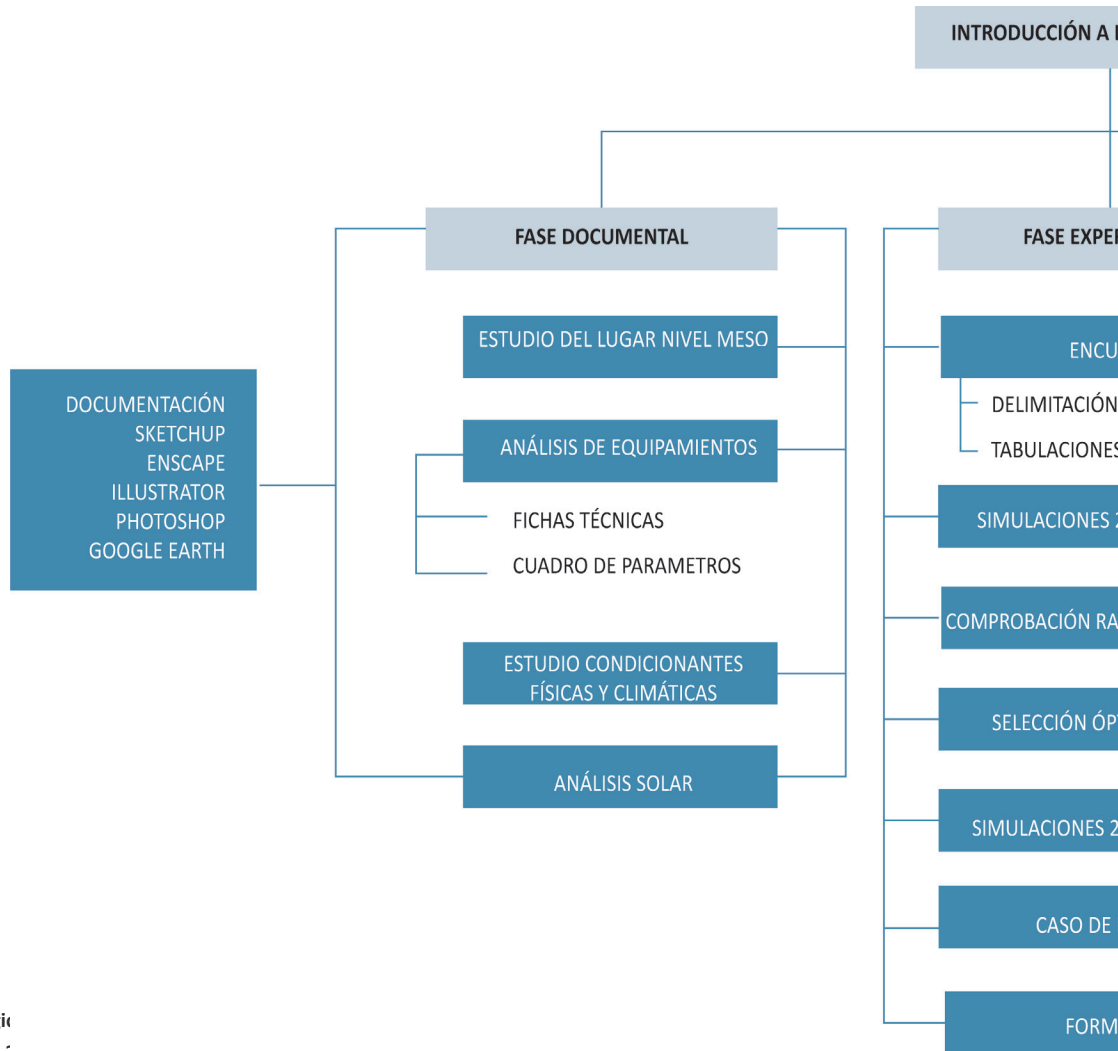


Figura 36. Mapa metodológico
Fuente: Elaboración propia, 2023

LA METODOLOGÍA

EXPERIMENTAL

SELECCIÓN DE MUESTRA

CONDICIONES

2D Y 3D SIN SPS

ÁNGULOS DE CONFORT

OPTIMIZACIÓN DE SPS

2D Y 3D CON SPS

ESTUDIO

FÓRMULAS

- GOOGLE FORMS
- EXCEL
- SUNPATH 3D
- SUNPATH 2D
- SKETCHUP
- ENSCAPE
- PISTOLA TÉRMICA
- TERMOMETRO AMBIENTAL
- VIDRIO TEMPLADO NEGRO

RESULTADOS

INFOGRAFIA

Tipo de Investigación

Para este proyecto de investigación, la metodología de estudio tiene un enfoque de carácter mixto (Gómez Marcelo, 2016) afirma que existe una metodología de investigación cualitativo y cuantitativo, con 5 fases que comprende de: simulaciones, encuestas, tabulación de datos, implementación de sistemas de protección solar y comparación con una infografía de simulaciones digitales en donde se integra, organiza y evalúa distintas informaciones teóricas existentes basadas en la problemática ya expuesta.

Fase 1: Análisis solar en las fachadas de estudio

En esta fase de investigación tiene un enfoque descriptivo, ya que empezamos analizando 5 tipologías arquitectónicas de edificaciones en Quito, realizando un cuadro comparativo de parametros, el cual nos permitira analizar las problemáticas y levantamientos de datos, esta comparación nos permitira conocer mas sobre la problemática de las edificaciones y poder seleccionar la mas afectada.

Fase 2: Encuestas a los usuarios de la edificación seleccionada

Esta fase se la realizará con enfoque cualitativo, se elaborará el planteamiento y las interrogantes a los usuarios, sobre el como ellos obtienen un confort térmico interior adecuado, lo que se realizará encuestas a los usuarios de la edificación seleccionada en la fase uno, lo que nos permitirá obtener como resultados datos, los cual se representará mediante gráficos estadísticos, para determinar cuales son las necesidades y poder plantear una solución.

Fase 3: Tabulación de datos

En esta fase se realizará con enfoque cualitativo, ya que los datos obtenidos de la fase 2, interpretaremos, tabularemos ya que se obtendrá una frecuencia de variables, esto nos ayudará a delimitar las estrategias de diseños mas acordes de sistemas de protección solar mas acorde para la fachada de la edificación.

Fase 4: Implementación de Sistemas de Protección Solar

En esta fase tiene un enfoque exploratorio y práctico, ya que se analizaremos el estado actual de la fachada de la edificación, lo cual nos permitirá elegir un sistema optimo de protección solar, por lo cual realizaremos un modelado de la edificación, utilizando herramientas tecnológicas de programas de prototipos en 3D, para crear un prototipo y la simulación a la edificación, sin sistema de protección solar y con el sistema de protección, que nos dará como resultado un cuadro comparativo del caso.

Fase 5: Comparación

En está fase que se le realizara con un enfoque diacrónico, según (Gómez Marcelo, 2016) son aquellos que estudian fenómenos en un período de tiempo con el objeto de verificar los cambios que se pueden producir. Es por esa razón que se realizará una infografía comparativa, donde se muestren los resultados a partir de un cuadro, donde se pueda observar los cambios y resultados la reducción del consumo energético.



Fase 1 Documental.

Esta investigación se desarrolla en la ciudad de Quito, en el norte de la ciudad, por varios factores:

La ciudad de Quito al estar a 2.850 msnm., es la segunda ciudad capital con más altitud en el mundo. El clima de Quito es variable, con temperaturas desde los 10 grados hasta los 25 grados centígrados, no sería nada impresionante ver que en un mismo día se combinen fuertes lluvias, temperaturas bajas y soles brillantes.

En el sector podemos encontrar una gran diversidad de equipamientos, por lo que se le denominó sector corporativo de la ciudad ya que, en este sector en los últimos cinco años el crecimiento inmobiliario y de oficinas ha crecido sin medida. Aquí destaca que en la capital existen 1,132.615 m² en 372 edificios destinados a oficinas, y el 76% se ubican en el sector nororiental de la ciudad.

Por esta razón el sector es adecuado, para poder hacer un análisis, ya que como se mencionó anteriormente destaca edificios en altura y usos de oficinas.

Se considero en hacer recorridos por el sector denominado crecimiento inmobiliario, para buscar edificaciones con parámetros establecidos, como:

- Fachadas vidriadas
- Edificaciones de gran altura
- Fachadas sin sistemas de protección solar

Con una limitación de 5 edificaciones las cuales su ubicación se las muestra en la gráfica, para realizar una comparación y escogeremos la que presente mayores parámetros deficientes.



Figura 37. Área de estudio, sector norte de Quito
Fuente: Elaboración propia, 2023

FICHA TECNICA / CASO DE ESTUDIO 1

NOMBRE DE LA OBRA:

• URBAN PLAZA

AÑO DE EJECUCIÓN:

• 2008

M2 EJECUTADOS:

3600 m2

ALTURA / PISOS:

• 16 PISOS

LOCALIDAD:

QUITO - ECUADOR

USO :

• OFICINAS

APERTURA DE LAS VENTANAS:

90 %



Christian Wiese
Arquitecto

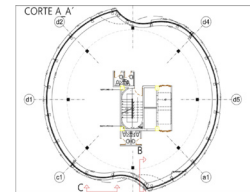


Uribe Schwarzkopf
Constructora



UBICACIÓN

El partido arquitectónico hace referencia a una escultura monolítica la cual remata en los principales ejes viales, la torre tiene una estructura radial, con volados que se desplazan de manera vertical dando un giro de 4 grados en cada piso, desplazándose verticalmente rotando en su propio eje, su envolvente es totalmente a cristalada por vidrio templado y acero, habitualmente los usuarios permanecen de 6h a 8h de la noche en este sitio, sin embargo presenta varios problemas ya que su fachada hace que la radiación reflejada sea absorbida por el vidrio ingresado al interior de la edificación generando un efecto invernadero, acompañado del calor de los computadores e impresoras que hacen que el ambiente se caliente mas pierda confort.



El edificio se encuentra ubicado en una importante zona empresarial de la ciudad de Quito, ubicado en la esquina de las avenidas 12 de octubre y Coruña, frente a la Plaza Artigas.

Figura 38. Ficha técnica Referente 1
Fuente: Elaboración propia, 2023

FICHA TECNICA / CASO DE ESTUDIO 1

NOMBRE DE LA OBRA:

- SMERALD CENTRO DE NEGOCIOS

AÑO DE EJECUCIÓN:

- 2008

M2 EJECUTADOS:

- 10.500 M2

ALTURA / PISOS:

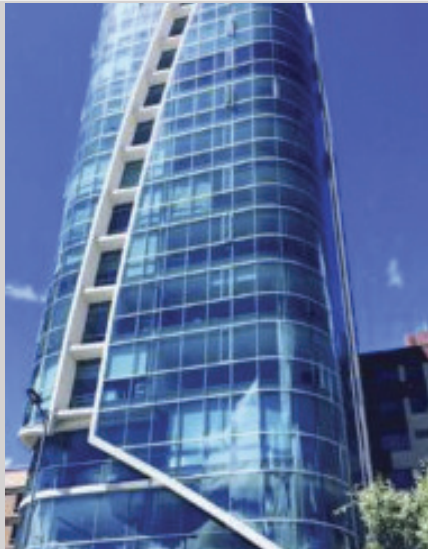
- 17 PISOS

LOCALIDAD:

QUITO - ECUADOR

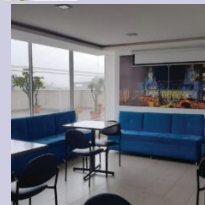
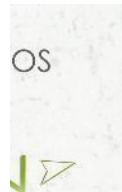
USO :

- OFICINAS



Es un moderno edificio de 17 pisos y 54 oficinas, que combina un estilo moderno, vanguardista, de importantes empresas, servicios y negocios.

Con una fachada vidriada totalmente, pero lo que en las horas de atención la fachada principal tiene asoleamiento directo, principalmente su fachada frontal.



Ubicación

Esta ubicado en Avenida Shyris, entre Portugal y Holanda.

Figura 39. Ficha técnica Referente 2
Fuente: Elaboración propia, 2023



FICHA TECNICA / CASO DE ESTUDIO 1

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| NOMBRE DE LA OBRA: | AÑO DE EJECUCIÓN: |
| • RENAZZO PLAZA | • 2006 |
| M2 EJECUTADOS: | ALTURA / PISOS: |
| • 26 000 m ² | • 15 PISOS |
| LOCALIDAD: | USO : |
| QUITO - ECUADOR | • OFICINAS |

Arq.
Rafael Velez
Calisto



NARANJO ORDOÑEZ
CONSEJERÍA INMOBILIARIA

Naranjo Ordoñez Cia. Ltda
Constructora



Ubicación

La volumetría del edificio el hormigón visto, para destaca en la avenida definir una composición de donde se ubica y es diferentes cuerpos y percibida desde el Parque La Carolina. El predio planos de limpia geometría. En la parte superior cuenta con un área de 2 579 m², estuvo baldío por varios años, se había iniciado una construcción y abandonada por la afluencia de agua subterránea que había anegado el terreno. La obra fue replanteada y concretada. El plano opaco replanteada y concretada. Tratado con lenguaje contemporáneo, concurren el vidrio, acero y

el hormigón visto, para definir una composición de diferentes cuerpos y planos de limpia geometría. En la parte superior tiene un vigoroso remate, mientras que lateralmente alternan los trazados horizontales con las superficies reflectoras. En la parte inferior de la torre se separa de su importante basamento. El plano opaco vertical contrasta con el entramado de vigas y columnas que desnuda la estructura y deja ver en un



Ubicada en la Av. de los Shyris N35-174, Quito 170135

Figura 40. Ficha técnica Referente 3

Fuente: Elaboración propia, 2023

FICHA TECNICA / CASO DE ESTUDIO 1

NOMBRE DE LA OBRA:

- ALLURE PARK

AÑO DE EJECUCIÓN:

- 2012

M2 EJECUTADOS:

- 6.400 M2

ALTURA / PISOS:

- 18 PISOS

LOCALIDAD:

QUITO - ECUADOR

USO :

- OFICINAS

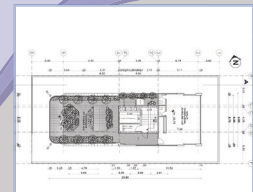


Alvarez Bravo
Constructora



Ubicación

Este es un edificio que se encuentra ubicado en un angosto lote cercano al Parque La Carolina, por lo que tiene una vista privilegiada, debido a la forma del terreno que crece en altura. Se produce una inclinación en la mampostería que acentúa la importancia de las vistas hacia el parque, existe una disposición de plantas libres que permite que el usuario acondicione el ambiente por lo que puede transformarse, la edificación maneja el color B / N haciendo que la volumetría sea un elemento único. Posee una estructura de acero con mampostería para los planos inclinados, y contiene materiales como hormigón armado, vidrio, aluminio.



Ubicada entre la Av. Shyris y Av. Naciones Unidas y calle Suecía

Figura 41. Ficha técnica Referente 4
Fuente: Elaboración propia, 2023



FICHA TÉCNICA / CASO DE ESTUDIO 1

NOMBRE DE LA OBRA:

- Shyris Park

AÑO DE EJECUCIÓN:

- 2013

M2 EJECUTADOS:

- 6.400 M2

ALTURA / PISOS:

- 17 PISOS

LOCALIDAD:

QUITO - ECUADOR

USO :

- RESIDENCIAL

Arquitecto

ES UNA EDIFICACIÓN DE 17 PISOS, CON FACHADAS DE GRAN ABERTURAS QUE PERMITEN EL INGRESO DE LUZ DIRECTAMENTE HACIA SUS ESPACIOS INTERIORES, POR LO CUAL SE PUEDE OBSERVAR QUE EL DISEÑO DE LA FACHADA NO ES EL ADECUADO.



ALVAREZ
BRAVO
CONSTRUCTORES



Ubicación



Ubicada entre la Av. de los Shyris,

Figura 42. Ficha técnica Referente 5
Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 2: *Parametros de las 5 edificaciones seleccionadas*

| <p>EDIFICACIONES</p> <p>PARAMETROS</p> | <p>Edificio Shyris Park</p>  | <p>Edificio Allure Park</p>  | <p>Edificio Renazzo Plaza</p>  | <p>Edificio Smerald Centro de Negocios</p>  | <p>Edificio Urban Plaza</p>  |
|---|--|--|--|--|--|
| <p>ORIENTACIÓN DE LA FACHADA MÁS DESFAVORABLE EN ANÁLISIS</p> | <p>OESTE</p> | <p>OESTE</p> | <p>OESTE</p> | <p>OESTE</p> | <p>N, S, E, O</p> |
| <p>USOS</p> | <p>Oficinas y de vivienda</p> | <p>Oficinas</p> | <p>Oficinas</p> | <p>Oficinas</p> | <p>Oficinas</p> |
| <p>PORCENTAJES DE VIDRIO O ABERTURAS</p> | <p>85 %</p> | <p>88 %</p> | <p>90 %</p> | <p>95 %</p> | <p>98 %</p> |
| <p>TIPO DE VIDRIO O MATERIALIDAD</p> | <p>Vidrio Laminado</p> | <p>Piel de Vidrio tubular</p> | <p>Vidrio Laminado transparente y oscuro</p> | <p>Vidrio Laminado</p> | <p>Vidrio Laminado Oscuro</p> |
| <p>EXISTEN O NO ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR Y CUAL ES SU EFECTIVIDAD</p> | <p>NO</p> | <p>SI</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> |
| <p>EL SPS EXISTENTE ES EFECTIVO?</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> |
| <p>EXISTENCIA DE ELEMENTOS EXTERIORES QUE PROVEE SOMBRA</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> | <p>SI</p> | <p>NO</p> | <p>NO</p> |
| <p>EDIFICACIÓN CON MAYOR PROBLEMÁTICA</p> | | | | | |

PARAMETROS AFECTADOS

EDIFICACIÓN MÁS AFECTADA

Fuente: Elaboración propia, 2023

Con la tabla de parámetros que elaboramos, resumimos los más importantes a tomar en consideración y se tomaron en cuenta los datos con mayor problemática de cada edificación resaltando de un color para irnos guiando.

Como primer parámetro las edificaciones que tengan sus fachadas libres a cualquier punto cardinal en especial al Oeste son considerables las más afectadas, por lo que se selecciona un referente.

Tomaremos en consideración los usos que se les da a cada edificación, ya que se decidió que las edificaciones tengan uso de oficinas serán las más críticas, ya que, si tienen otros usos como residencial, no serían tan afectadas, porque los usuarios no permanecen la mayor parte del tiempo en estas, ya que salen en la mañana a sus trabajos, colegios, universidades, etc. y solo llegan en la noche.

El porcentaje de aberturas o vanos que tenga la edificación es un parámetro muy importante, porque aquí es donde la edificación es más dócil que el sol ingrese directamente, ya que no cuentan con un sistema de protección solar, generando sobrecalentamiento en las áreas internas, por lo que a los usuarios obligan el acondicionamiento que necesiten.

Se observó que tienen sistemas de protección internas como persianas, las que no son aptas para un buen confort, ya que en días muy soleados obligan al usuario a bajarlas para obtener sombra, causando esto escasez de luz natural y uso de aparatos climatizadores

Por todos los parámetros mencionados se ha identificado el Edificio Urban Plaza con mayor problemática, por lo que se observa que fue un edificio que no fue diseñado pensando en todas las variantes que debería

tener, principalmente con un confort adecuado, ya que su uso es para que los usuarios pasen la mayoría del tiempo dentro.



Figura 43. Edificio Urban Plaza
Fuente: Elaboración propia, 2023

Fase 2 Investigación Experimental

Luego de la ubicación de las edificaciones del sector de la Mariscal e Ñaquito, y seleccionar la que se aplicará una encuesta para levantar los datos necesarios en esta investigación. Para esto se aplicará una muestra no probabilística o dirigida en donde para Sampieri, 2014 es un subgrupo de la población en donde la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación.

Este estudio se ha basado en 4 preguntas dirigidas a los usuarios de la edificación urban plaza, el formato de encuesta se lo puede encontrar en los anexos del presente documento.

Las preguntas son las siguientes:

- ¿Conoce usted que es el confort interior?
- Considera que en su espacio laboral existe confort.
- En que horario siente usted que hay falta de confort en su lugar de trabajo
- ¿Para usted cual es la mayor problemática de confort dentro de la edificación?

Fase 3 Tabulación de datos

PREGUNTA 1

¿Conoce usted que es el confort interior?

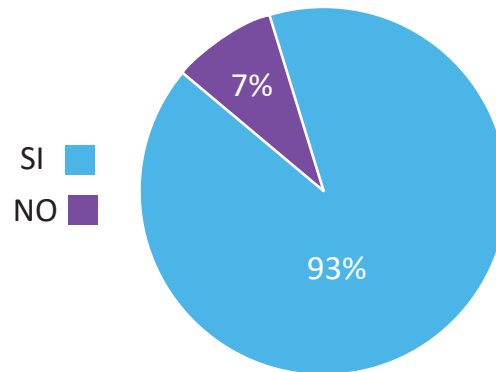


Figura 44. Gráfico de pastel pregunta 1

Fuente: Pistola Térmica, 2023

Un gran porcentaje del 90% de personas encuestadas tenían un poco de conocimiento lo que es el confort interior, con una explicación breve lograron entenderlo de mejor manera sobre el tema para así poder contestar las siguientes preguntas.

PREGUNTA 2

¿Considera que en su espacio laboral existe confort?

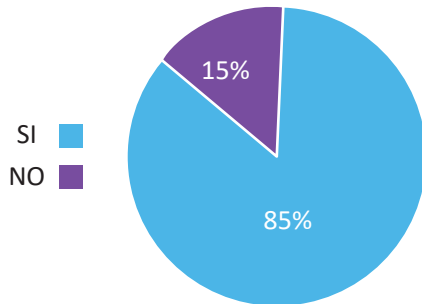


Figura 45. Gráfico de pastel pregunta 2

Fuente: Pistola Térmica, 2023

La mayoría de personas que trabajan en el edificio contestaron que NO existe un confort adecuado en su espacio laboral, muchas nos dijeron que existe mucho calor, que no existe una iluminación adecuada e incluso que en algunos horarios en la edificación existen muy bajas temperaturas.

PREGUNTA 3

¿En que horario siente que hay falta de confort interior en su lugar de trabajo?

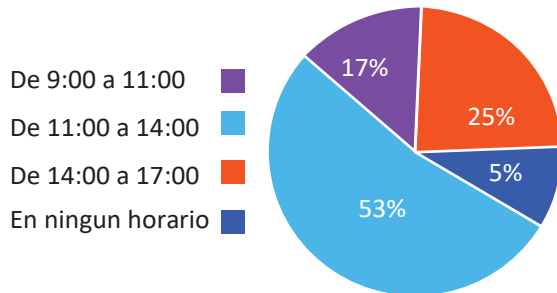


Figura 46. Gráfico de pastel pregunta 3

Fuente: Pistola Térmica, 2023

Esta es una de las preguntas más importantes, ya que gracias a los datos obtenidos de la hora exacta podremos calcular el ángulo y así diseñar un sistema acorde para poder dar una sombra y el sistema pueda proteger en el día con una sombra acorde y no ingrese directamente la radiación solar

PREGUNTA 4

¿Para usted cual es la mayor problemática de confort dentro de la edificación?

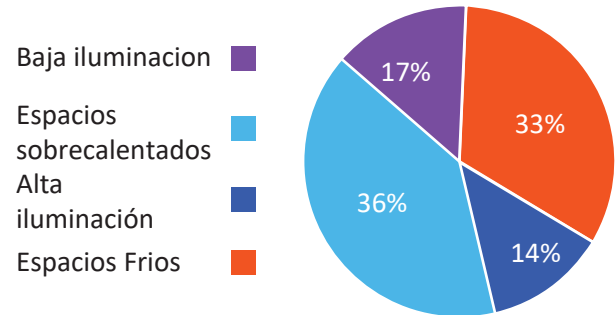


Figura 47. Gráfico de pastel pregunta 4

Fuente: Pistola Térmica, 2023

La mayor parte de personas encuestadas fueron personas que se quejaron de espacios sobre calentados ya que por el tipo de vidrio que esta instalado en la edificación produce islas de calor internas, ya que este tipo de vidrio genera mas calor por ser un vidrio oscuro.

Fotografías del equipamiento con pistola térmica

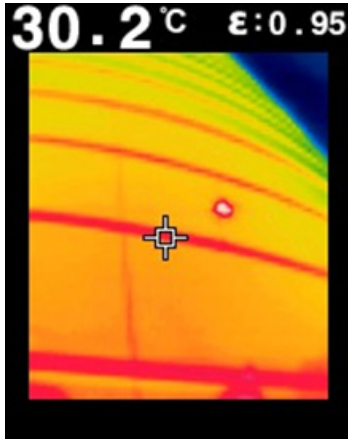


Figura 48. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste
Fuente: Pistola Térmica, 2023

Fecha: 16 de enero del 2023

Hora: 13:33

Día 1

Los resultados obtenidos con la pistola térmica, son temperaturas que se encuentran fuera del rango de confort térmico con 30,2 °C, lo cual sobrepasa con un 9,6 °C que es considerado alto con un confort inadecuado, en consecuencia demostrando la hipótesis de espacios con islas de calor, por lo que se necesita un sistema de protección solar.

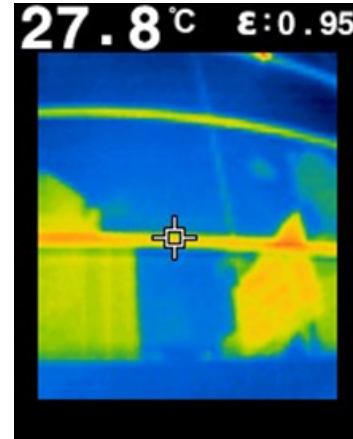


Figura 49. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste
Fuente: Pistola Térmica, 2023

Fecha: 16 de enero del 2023

Hora: 13:40

Día 1

Los resultados obtenidos con la pistola térmica, son temperaturas que se encuentran fuera del rango de confort térmico con 27,8 °C, lo cual sobrepasa con un 6,8 °C que es considerado alto con un confort inadecuado, en consecuencia demostrando la hipótesis de espacios con islas de calor, por lo que se necesita un sistema de protección solar.

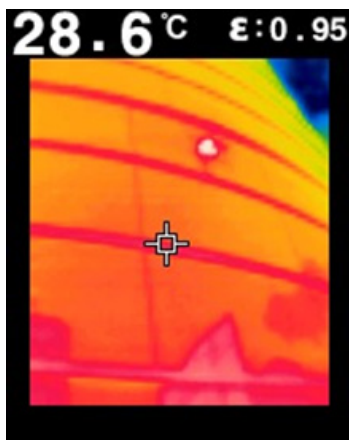


Figura 50. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste
Fuente: Pistola Térmica, 2023

Fecha: 18 de enero del 2023

Hora: 13: 40

Día 2

Los resultados obtenidos con la pistola térmica, son temperaturas que se encuentran fuera del rango de confort térmico con 28,6 °C, lo cual sobrepasa con un 7,6 °C que es considerado alto con un confort inadecuado, en consecuencia demostrando la hipótesis de espacios con islas de calor, por lo que se se necesita un sistema de protección solar.

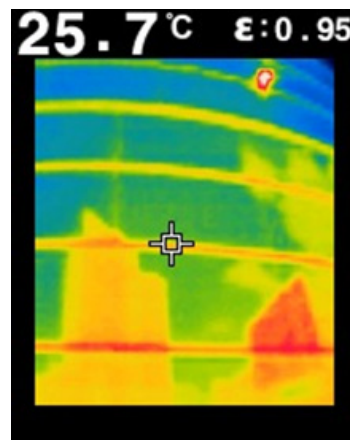


Figura 51. Temperatura de la edificación Urban Plaza, fachada oeste
Fuente: Pistola Térmica, 2023

Fecha: 18 de enero del 2023

Hora: 13:56

Día 2

Los resultados obtenidos con la pistola térmica, son temperaturas que se encuentran fuera del rango de confort térmico con 25,7 °C, lo cual sobrepasa con un 4,7 °C que es considerado alto con un confort inadecuado, en consecuencia demostrando la hipótesis de espacios con islas de calor, por lo que se se necesita un sistema de protección solar.



Fase 4 Implementación de sistemas de protección solar

En esta fase modelaremos la edificación en 3D en el programa Sketchup, para luego poder exportarlos e ingresarlos a los diferentes softwares que nos ayudaran a realizar simulaciones solares, simulaciones de sombras, cartas solares, etc., se analizará la edificación en el estado actual y con el sistema de protección solar propuesto. Con el software 3D Sun-Path se realizó tres simulaciones de sombras en diferentes fechas, las cuales son las que más asoleamiento reciben.

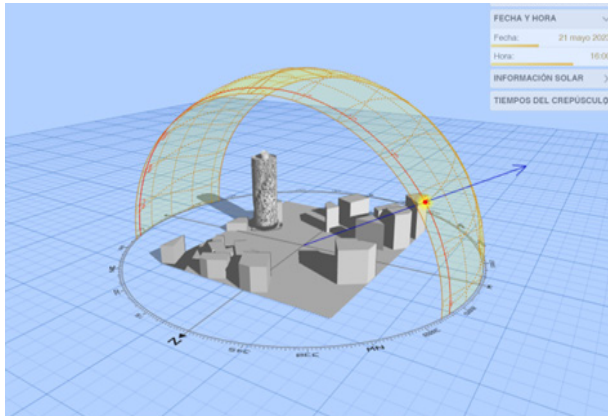


Figura 52. Simulación de sombras del 21 de mayo de 2023, edificio urban plaza estado actual

Fuente: Elaboración propia, 2022

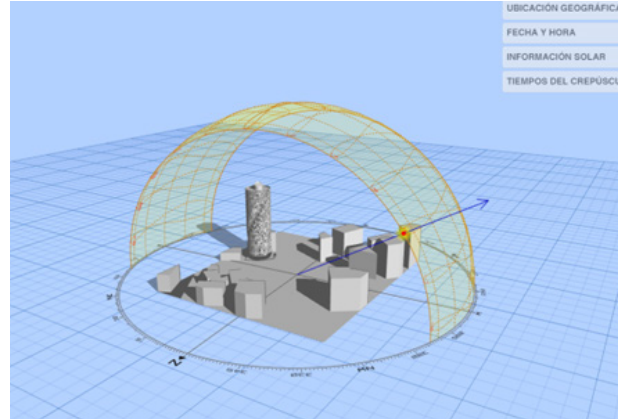


Figura 53. Simulación de sombras del 21 de junio de 2023, edificio urban plaza estado actual

Fuente: Elaboración propia, 2022

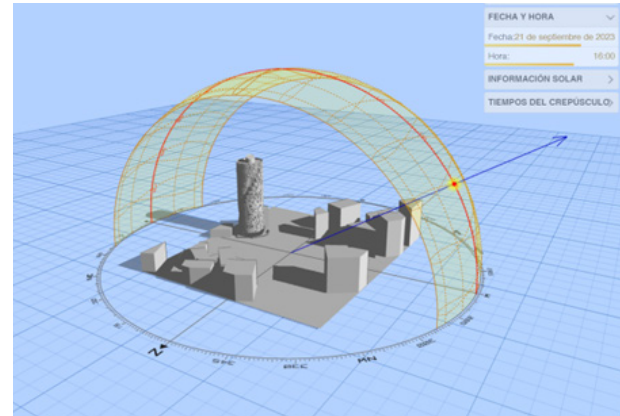


Figura 54. Simulación de sombras del 21 de septiembre de 2023, edificio urban plaza estado actual

Fuente: Elaboración propia, 2022

Sistema de protección solar

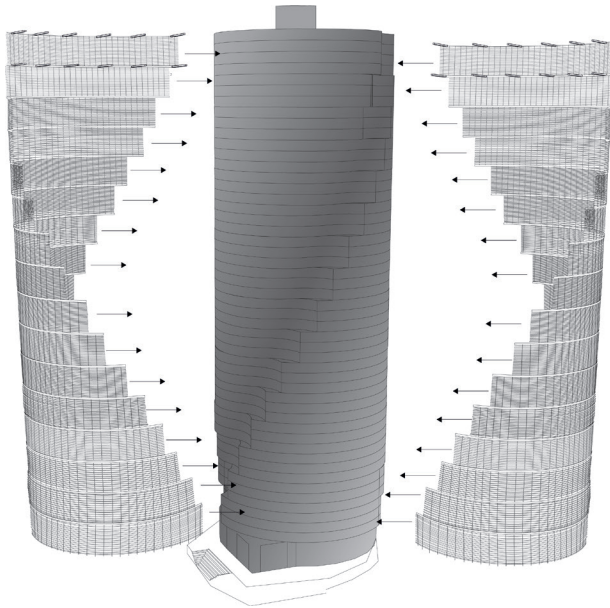


Figura 55. Incorporación del Sistema de Protección Solar
Fuente. Elaboración propia, 2023

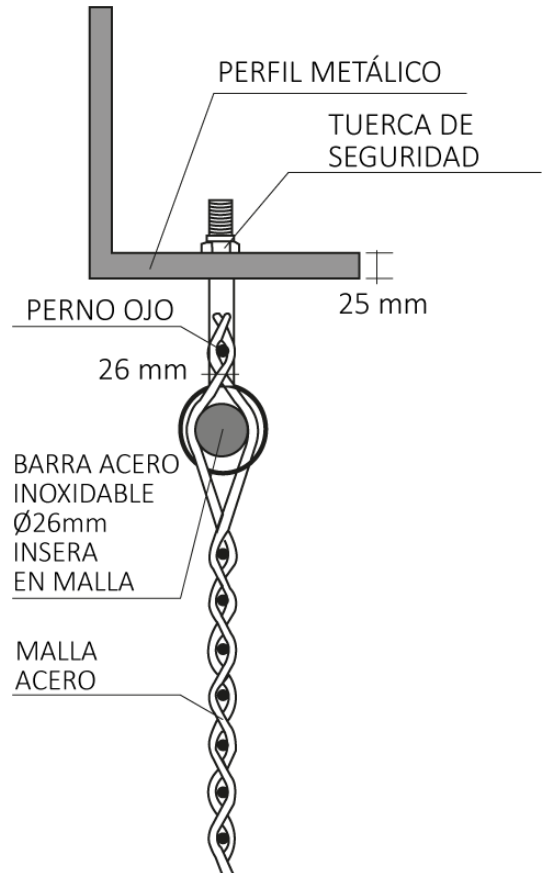


Figura 56. Detalle en corte de pantalla de cable
Fuente. Elaboración propia, 2023

De acuerdo a la fundamentación teórica, se procedera a elegir la malla más conveniente y que se pueda aplicar al edificio, tomando en consideración que no se afecte el diseño, que la instalación se la pueda hacer y se la pueda hacer sin ningun contratiempo.

Utilizaremos como referencia una malla GKD, con las siguientes características

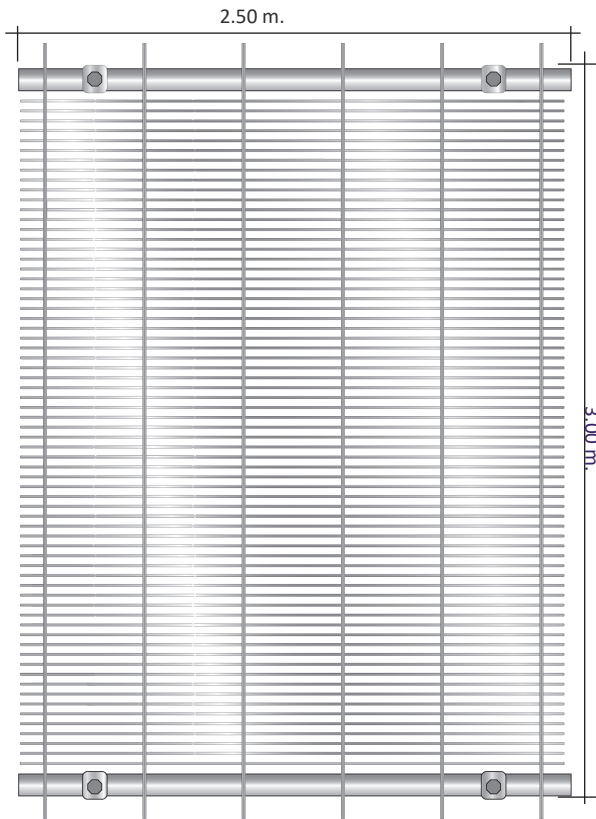


Figura 57. Malla o pantalla de cable
Fuente. Elaboración propia, 2023

| | | | |
|----------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| Material: | acero inox. | Paso trama: | 10 mm. |
| Área abierta: | 62 % | Espesor malla: | 6,2 mm. |
| ∅ varilla: | 3 mm. | Peso: | 6 kg/m ² |
| ∅ cable | 3x2 mm. | Ancho malla: | 2,57 m. |
| Paso cable | 80 mm. | Altura malla: | 3,00 m. |

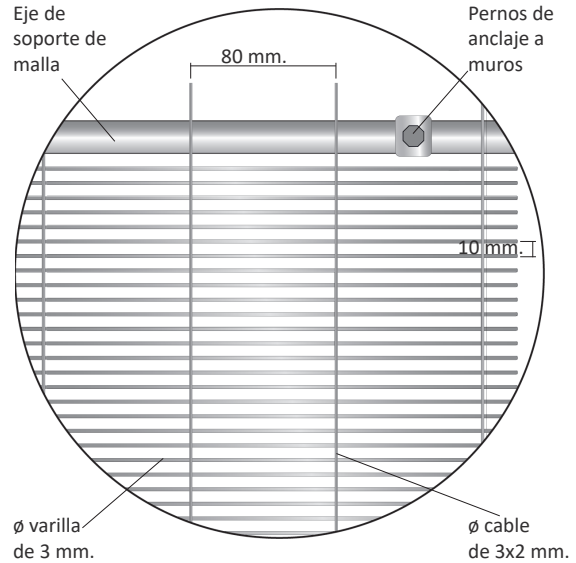


Figura 58. Detalles de malla o pantalla de cable
Fuente. Elaboración propia, 2023

Se eligió la pantalla de cable con el 62% de área abierta, ya que este tipo de pantalla se puede adecuar a la forma cilíndrica del edificio por el material que es elaborado, se decidió realizar maquetas prototipos en referencia a la edificación, una que se identifique al estado actual y otra implementando el sistema de protección solar (malla o pantalla de cable), para luego proceder a tomar las temperaturas, de forma manual.



Figura 59. Maqueta caso base sin sistema de protección solar
Fuente. Elaboración propia, 2023



Figura 60. Maqueta caso optimizado con sistema de protección solar
Fuente. Elaboración propia, 2023

Las maquetas se realizaron con madera mdf de 1 cm. de espesor, se utilizó vidrio negro de 8 mm., que se asemeja el vidrio del caso base. Para la maqueta del caso optimizado, utilizamos una malla de alambre que la utilizaremos como pantalla metálica de sistema de protección solar, cubriendo toda la parte del vidrio, para luego de eso proceder a tomar las temperaturas en la terraza de un edificio de 5 pisos, que está ubicado cerca al edificio urban plaza, lo que se consideró, es que la parte de la fachada de la maqueta estén orientados al Oeste, ya que por ese lado es donde más radiación recibiría.

Para medir las temperaturas se utilizó un termómetro ambiental digital, que tiene un rango de medición de -50°C hasta 110°C , dando un margen de error de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ mide la temperatura y la humedad, así con los datos obtenidos poder realizar una comparación, entre el caso base y el caso optimizado.



Figura 61. Termómetro ambiental digital
Fuente. Elaboración propia, 2023

Caso de estudio temperaturas caso base y caso optimizado

Las medidas de las temperaturas se las realizo en tres días los más soleados que tengamos, en cinco horarios diferentes: como se explica en las tablas siguientes:

Día 1

Tabla 3: Medición de temperaturas viernes 10 de marzo del 2023

| HORA | CASO BASE SIN SPS | CASO CON SPS |
|-------|-------------------|--------------|
| 12:30 | 24.2 °C | 20.3 °C |
| 13:30 | 27.9 °C | 22.5 °C |
| 14:30 | 29.6 °C | 24.0 °C |
| 15:30 | 33.3 °C | 26.7 °C |
| 16:30 | 38.4 °C | 28.2 °C |

Fuente: Elaboración propia, 2023

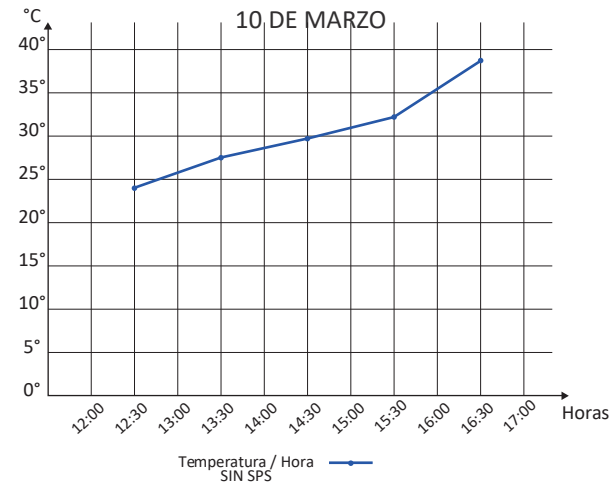


Figura 62. Temperaturas maqueta de caso base 10 de Marzo

Fuente. Elaboración propia, 2023

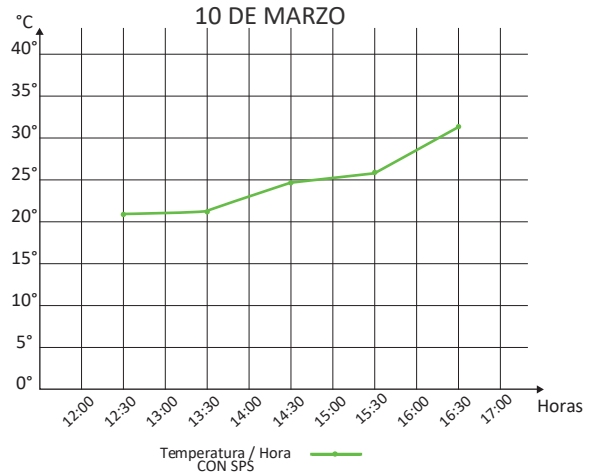


Figura 63. Temperaturas maqueta de caso optimizado 10 de Marzo

Fuente. Elaboración propia, 2023

Día 2

Tabla 4: Medición de temperaturas sábado 11 de marzo del 2023

| HORA | CASO BASE SIN SPS | CASO CON SPS |
|-------|-------------------|--------------|
| 12:30 | 24.9 °C | 19.3 °C |
| 13:30 | 28.2 °C | 21.7 °C |
| 14:30 | 29.8 °C | 23.3 °C |
| 15:30 | 32.6 °C | 25.8 °C |
| 16:30 | 39.2 °C | 33.0 °C |

Fuente: Elaboración propia, 2023

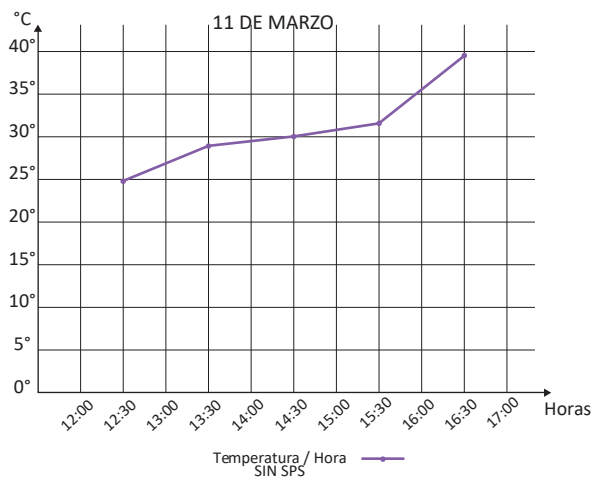


Figura 64. Temperaturas maqueta de caso base 11 de Marzo

Fuente. Elaboración propia, 2023

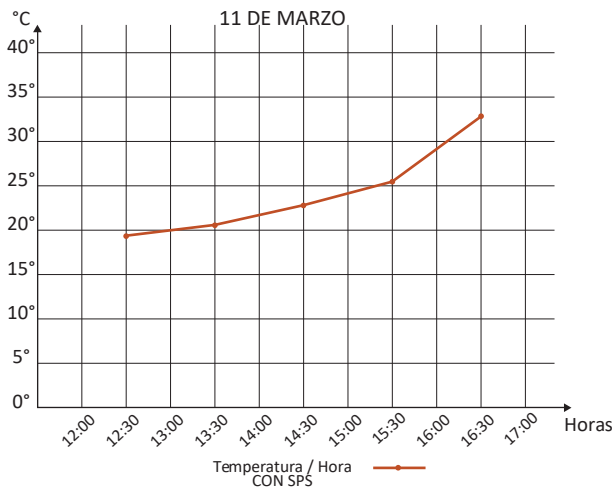


Figura 65. Temperaturas maqueta de caso optimizado 11 de Marzo

Fuente. Elaboración propia, 2023

Día 3

Tabla 5: Medición de temperaturas jueves 16 de marzo del 2023

| HORA | CASO BASE SIN SPS | CASO CON SPS |
|-------|-------------------|--------------|
| 12:30 | 25.2 °C | 21.1 °C |
| 13:30 | 26.8 °C | 21.5 °C |
| 14:30 | 30.2 °C | 24.9 °C |
| 15:30 | 33.0 °C | 26.2 °C |
| 16:30 | 38.9 °C | 32.2 °C |

Fuente: Elaboración propia, 2023

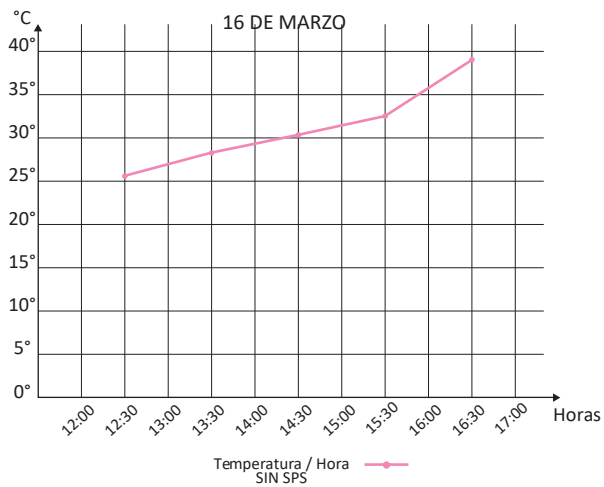


Figura 66. Temperaturas maqueta de caso base 16 de Marzo

Fuente. Elaboración propia, 2023

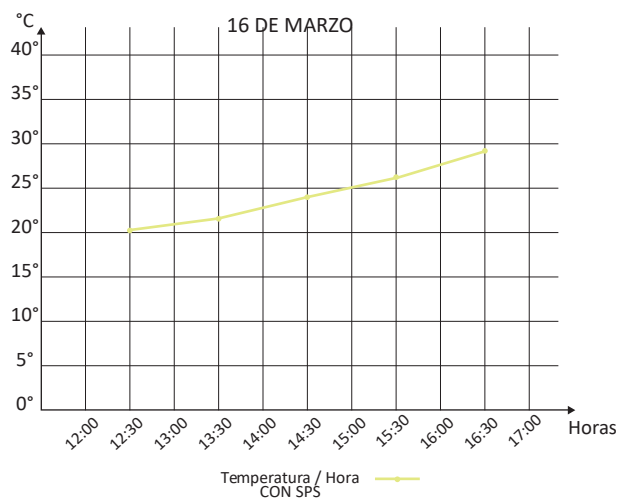


Figura 67. Temperaturas maqueta de caso optimizado 16 de Marzo
Fuente. Elaboración propia, 2023

En relación a las temperaturas tomadas de nuestra maqueta, nos podemos dar cuenta que no hay mucha variación en las de los resultados obtenidos de los tres días. Lo que si nos podemos dar cuenta es donde más ingreso de sol tenemos es a partir de las 13:30 de la tarde, es ahí donde queremos estabilizar el confort interior de la edificación, con nuestra pantalla de sistema de protección solar.

ETAPA 3
Difusión de Resultados

Resultados

Resultado de la maqueta caso base y optimizado

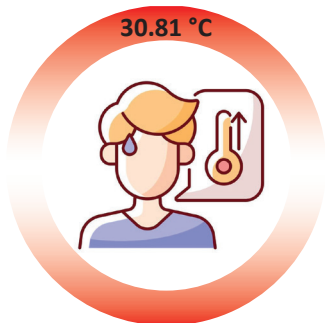
Con los datos obtenidos de las medidas de temperatura procedemos a sacar un promedio, de las temperaturas con el caso base y con el caso optimizado, adicionalmente sacaremos, el porcentaje de reducción de temperatura

Tabla 6: Promedio de temperaturas del caso base, caso optimizado y porcentaje de reducción

| DÍA | CASO BASE SIN SPS | CASO CON SPS | % DE REDUCCIÓN CON SPS |
|-------------|-------------------|--------------|------------------------|
| 10 DE MARZO | 30.68 °C | 25.54 °C | 20.01 % |
| 11 DE MARZO | 30.94 °C | 24.62 °C | 20.43 % |
| 16 DE MARZO | 30.82 °C | 25.18 °C | 18.30 % |

Fuente: Elaboración propia, 2023

De la tabla 6 sacamos el promedio del caso base y del caso optimizado, para luego calcular el porcentaje de eficiencia que nos dará de resultado nuestro sistema de protección solar



TEMPERATURA PROMEDIO CASO BASE



TEMPERATURA PROMEDIO CASO OPTIMIZADO

Con el sistema implementado tenemos una disminución de 5,7 °C acercándose a la zona de confort térmico, como se muestra en la gráfica

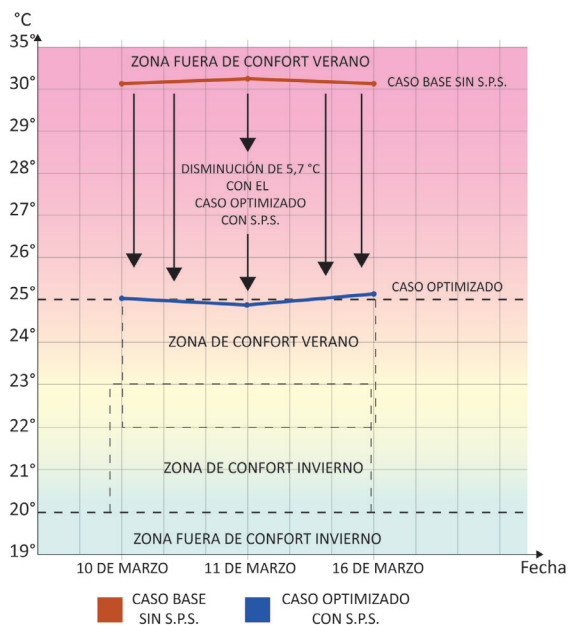


Figura 68. Gráfica de zonas de confort y zonas fuera de confort prototipo maqueta

Fuente: Elaboración propia, 2023

Resultado del Caso Real

Tomaremos los datos de las temperaturas tomadas en el exterior de la edificación, para luego proceder a comparar con los datos del caso de la maqueta con el real.

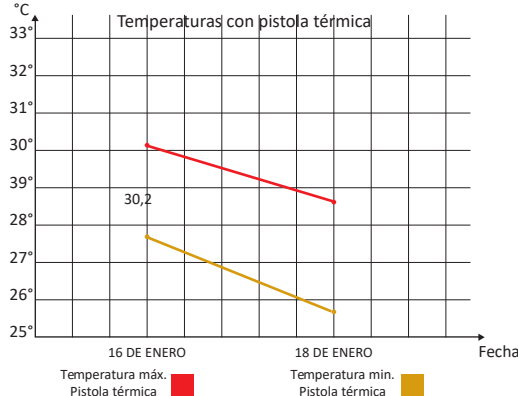


Figura 69. Temperaturas tomadas con pistola térmica en la edificación urban plaza

Fuente. Elaboración propia, 2023

Al no tener la temperatura real con el sistema de protección implementado, tomamos la temperatura del caso de la maqueta, reduciendo el margen de error que es de 2%, el valor con el sistema incorporado para el caso real será de 24,55 y tendremos una diferencia de temperatura de 5,7 °C, como en el resultado de la maqueta.

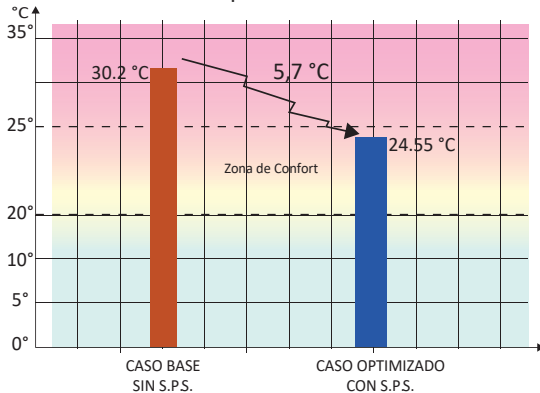


Figura 68. Gráfica de zonas de confort y zonas fuera de confort caso real

Fuente. Elaboración propia, 2023

Caso Base

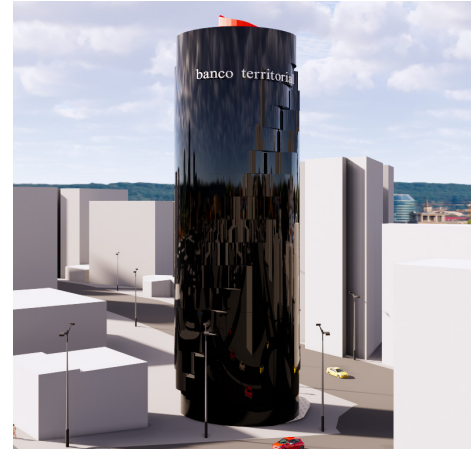


Figura 70. Prototipo sin sistema de protección solar

Fuente. Elaboración propia, 2023

Caso Optimizado



Figura 71. Prototipo 3D con sistema de protección solar

Fuente. Elaboración propia, 2023

Resultado del Caso Optimizado (Consumo Energético)

Cantidad de BTU de aire acondicionado

Tabla 7: Materiales de construcción y su masa térmica

| Área | Residencial | Comercial |
|--------|-------------|------------|
| 15 m2 | 9.000 BTU | 12.000 BTU |
| 20 m2 | 12.000 BTU | 16.000 BTU |
| 30 m2 | 18.000 BTU | 24.000 BTU |
| 40 m2 | 24.000 BTU | 32.000 BTU |
| 50 m2 | 30.000 BTU | 40.000 BTU |
| 60 m2 | 36.000 BTU | 48.000 BTU |
| 70 m2 | 42.000 BTU | 56.000 BTU |
| 80 m2 | 48.000 BTU | 64.000 BTU |
| 90 m2 | 54.000 BTU | 72.000 BTU |
| 100 m2 | 60.000 BTU | 80.000 BTU |

Fuente: Elaboración propia, 2023

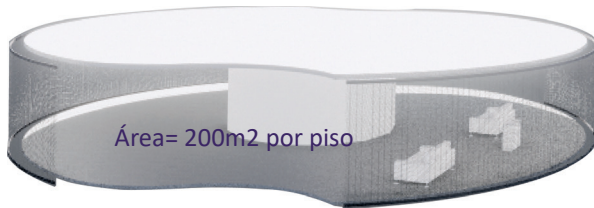


Figura 72. Gráfica area por piso del edificio Urban Plaza
Fuente. Elaboración propia, 2023

1 BTU = 0,00029 Kwh

80.0000 * 0,000293071 Kwh = 23,45 Kwh

23,45 Kwh * 6h = 140,70 Kwh al día

140,70 Kwh * 22 días = 3095, 40 Kwh al mes

3095,40 Kwh * 12 meses = 37144,8 Kwh al año

37144,8 Kwh * 32 oficinnas = **1.188.633,6 KWh.**

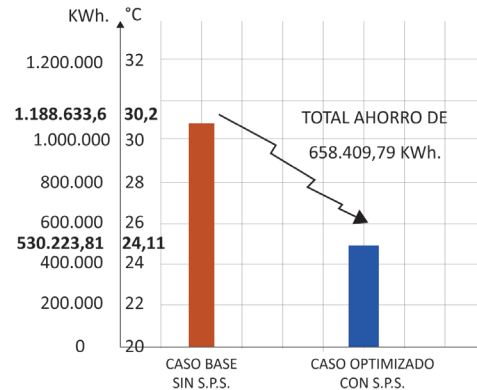


Figura 73. Gráfica de ahorro de Kwh anual con Sistema de protección solar

Fuente. Elaboración propia, 2023

El costo es de 0,10 ctvs. por cada Kwh (USD/Kwh)

Lo que implica que

23,45 Kwh * 0,10 (USD/Kwh) = 2,35 USD

2,35 USD * 6H = \$14,10 al día

\$14,10 * 22 días = \$310,20 al mes

\$310,20 * 12 meses = \$3722,40 al año

La edificación tiene 2 oficinas por piso de 100 m2.

\$3722,40 * 2 oficinas = \$7444,80

\$7444,80 * 16 pisos = **\$119116,8 Anual**

\$65.981,36 AHORRO CON UN S.P.S



Reflexiones Finales

Esta investigación se llegó a hacer muchas reflexiones, ya que se pudo entender que al momento de realizar una edificación o un proyecto arquitectónico, no siempre pensamos en el interior o en el confort del usuario, hoy en día las empresas constructoras no piensan en el usuario sino en un buen diseño o en la utilidad que van a obtener, es por eso que con esta investigación comparto mi punto de vista y me ayudó mucho a reflexionar y a pensar en el usuario como se siente, con que tranquilidad puede estar ocupando cada espacio de una edificación, es por eso que invito a que hagamos una reflexión al momento de realizar un diseño y aun más de ejecutar el mismo, hay que hacer muchos análisis, tanto de sitio, como las mediciones de temperatura o calor que tendrá cuando ya se construya, en la actualidad tenemos muchos software para poder realizarlo, pero si deberíamos estudiarlo o preparándonos para el buen entendimiento y manejo del programa.

El consumo energetico si se lo puede reducir, al momento de hacer un diseño o un proyecto arquitectonico debemos pensar en resolver primeramente el confort interior, en utilizar lo menos posible el consumo de energía, para que con eso ahooremos dinero y ayudaremos a reducir el impacto ambiental.



Recomendaciones

La investigación presentó algunas limitaciones que se fueron resolviendo durante su ejecución. La mayor parte de los obstáculos se presentaron durante la búsqueda de documentación por lo que se recomienda lo expuesto en los siguientes párrafos además de otras recomendaciones en el ámbito práctico.

En lo expuesto se obtuvo información pero muy limitada, en la biblioteca de la universidad existen excelentes documentos, pero cuando los temas son nuevos o no se han estudiado en nuestro país existe mucha escasez de información, por lo que se recomienda tener información a nivel mundial y también, que la universidad explore e instale software de simulaciones ambientales y energéticas, por lo que seria una ayuda inmensa para los estudiantes.



Bibliografía

- Ana Cecilia Borbón Almada, M. G. (2023). *Energía y medio ambiente en edificaciones: casos de estudios en el norte de México*. Mexico: Ediciones Comunicacion Cientifica SA de CV.
- ARREVOL. (2017). ARREVOL. Obtenido de SISTEMAS PASIVOS PARA PROTEGER TU VIVIENDA DE LA RADIACION SOLAR: <https://www.arrevol.com/blog/5-sistemas-pasivos-para-proteger-tu-vivienda-de-la-radiacion-solar>
- Barranco, O. (2015). LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA. Módulo Arquitectura CUC, 10.
- Cabrera, D. G. (2009). Sistema de elementos de protección solar para los edificios en Cuba. *Arquitectura y Urbanismo* vol. XXXV, no 3, 2014, ISBN 1815-5898, 1-13.
- CENACE. (2021). Operador Nacional de Electricidad - CENACE. Obtenido de CENACE: <http://www.cenace.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/>
- Conforme, G. (2020). *Arquitectura Bioclimática*. Polo del Conocimiento, 29.
- FLACSO. (2018). *flacso.edu.ec*. Obtenido de Quito ciudad, capital del Ecuador: https://www.flacso.edu.ec/flax15/_upload/ethnohistoria/pdfs/QUITO_IG.pdf
- GKD. (2020). FACHADAS, PANTALLAS, PANELES SCREEN. GKD, 1-4.
- HAYER&BOECKER. (2022). TELAS METALICAS PARA LA ARQUITECTURA. TEJER IDEAS, 1-27.
- IIGE, I. d. (2019). BALANCE ENERGETICO NACIONAL. QUITO.
- Macías, B. S.-M. (2019). *Arquitectura Bioclimática*. *Arquitectura Bioclimática: Conceptos y técnicas*.
- Minas, M. d. (2021). BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL. QUITO.
- OLADE. (JUNIO de 2021). Situación del consumo energético a nivel mundial y para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.olade.org/wp-content/uploads/2021/06/Situacion-del-consumo-energetico-a-nivel-mundial-y-para-America-Latina-y-el-Caribe-ALC-y-sus-perspectivas.pdf>
- PETROENERGIA. (2018). PETROENERGIA. Obtenido de <https://www.petroenergia.info/post/importancia-de-la-categorizaci%>

C3%B3n-del-consumo-el%C3%A9ctrico-del-sector-residencial-en-ecuador

Rodríguez, R. S. (2013). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. Santiago de Chile: CEPAL – Colección Documentos de proyectos.

Rojas, J. A.-R. (2018). Importancia del Habitar en el Pensamiento Arquitectónico. Procesos Urbanos, 1-8.

Sulbarán Sandoval, J. A., & Rangel Rojas, R. H. (2018). Importancia del Habitar en el Pensamiento Arquitectónico. Procesos Urbanos, 5:26-33.

SYSPROTEC. (2023). Mallas Metálicas. Catalogoarquitectura, 1-5.

TRIDIA. (2017). Confort higrotérmico: Lograr eficiencia energética sin abusar de los recursos. Obtenido de TRIDIA INGENIERIA Y EFICIENCIA.1-8.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN

ENCUESTA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS PARA LA PROPUESTA INVESTIGATIVA
CONFORT TÉRMICO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES EN ALTURA EN QUITO 2022

NOMBRE

EDAD:

¿CONOCE USTED QUE ES EL CONFORT INTERIOR?

SI

NO

¿CONSIDERA QUE EN SU ESPACIO LABORAL EXISTE CONFORT?

SI

NO

¿EN QUE HORARIO SIENTE QUE HAY FALTA DE CONFORT INTERIOR EN SU LUGAR DE TRABAJO?

9 A 11

14 A 17

11 A 14

EN NINGUN HORARIO

¿PARA USTED CUAL ES LA MAYOR PROBLEMÁTICA DE CONFORT INTERIOR EN LA EDIFICACIÓN?

ESPACIOS FRÍOS

BAJA ILUMINACIÓN

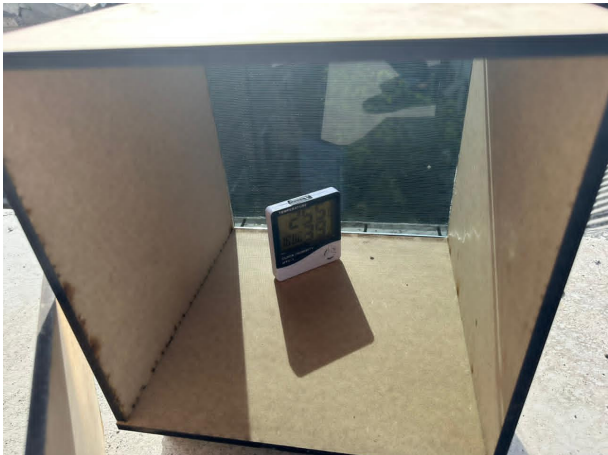
ESPACIOS SOBREALETADOS

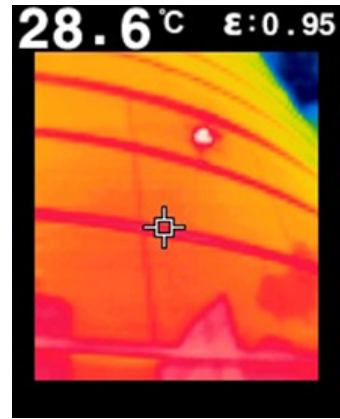
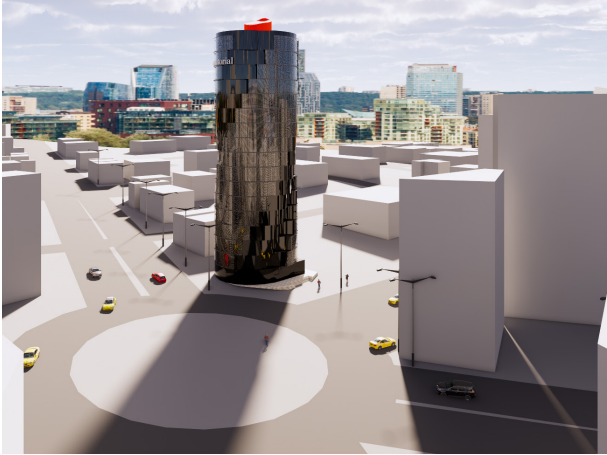
ALTA ILUMINACIÓN

CONSIDERA USTED QUE LAS FACHADA DEBERIAN TENER ALGUN TIPO DE DE PROTECCION SOLAR LA CUAL AYUDE A DISMINUIR EL USO DE CALEFACTORES, VENTILADORES, AIRE ACONDICIONADOS Y LA ILUMINACION ARTIFICIAL?

SI

NO







Quito, 2023